



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su  
relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestro en Finanzas**

Presenta:

**Efrén López López**

Tutor:

**Dr. Eduardo Villegas Hernández**  
**Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., agosto 2018**



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.

## Índice

<b>ÍNDICE</b>	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>IV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CLASIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>6</b>
<b>PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>9</b>
<b>MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>10</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN CAPITULAR</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1: CRISIS ENERGÉTICAS</b>	<b>17</b>
<b>SECTOR ENERGÉTICO MUNDIAL</b>	<b>17</b>
<b>SECTOR ENERGÉTICO EN MÉXICO</b>	<b>18</b>
<b>REVISIÓN HISTÓRICA DE LAS CRISIS ENERGÉTICAS EN UN CONTEXTO MUNDIAL</b>	<b>19</b>
LA CRISIS DE 1973-1974	22
EL SHOCK DE 1979-1980	23
LAS DÉCADAS DE 1980 Y 1990	24
PERIODO 2003-2008 Y LA CRISIS FINANCIERA GLOBAL	25
<b>CRISIS ENERGÉTICAS Y SU RELACIÓN CON MÉXICO EN LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO 2: ENTORNO ECONÓMICO Y FINANCIERO</b>	<b>35</b>
<b>ÍNDICE DE PRECIOS Y COTIZACIONES (IPC) COMO INDICADOR PRINCIPAL DE LA BOLSA DE VALORES.</b>	<b>35</b>
BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL IPC	35
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE	36
<b>CICLO ECONÓMICO Y SUS ETAPAS</b>	<b>40</b>
DEFINICIÓN DE CICLO ECONÓMICO	40
ETAPAS DEL CICLO ECONÓMICO	42
<b>CICLO BURSÁTIL Y SUS ETAPAS</b>	<b>45</b>
DEFINICIÓN DE CICLO BURSÁTIL	45
ETAPAS DEL CICLO BURSÁTIL	46
<b>CICLOS ECONÓMICOS EN MÉXICO</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO 3: ELABORACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO DE VOLATILIDAD ENTRE EL PRECIO DE LA MEZCLA MEXICANA Y EL MERCADO BURSÁTIL MEXICANO</b>	<b>56</b>
<b>REVISIÓN DE CONCEPTOS ECONOMÉTRICOS</b>	<b>56</b>
MODELOS FINANCIEROS	56

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

MODELOS UNIVARIANTES Y MULTIVARIANTES	57
MODELAMIENTO DE CO-INTEGRACIÓN Y VALOR PRESENTE	58
ECONOMETRÍA Y MODELOS DE SERIES DE TIEMPO	59
<b>ELABORACION DEL MODELO ECONOMÉTRICO PARA DETERMINAR EL PRECIO DE LA MEZCLA MEXICANA</b>	<b>60</b>
DEFINICIÓN DE VARIABLES	60
MODELO ORIGINAL	64
PRUEBAS DE COMPROBACIÓN	65
AJUSTE DEL MODELO	68
<b>EVALUACION DEL MODELO PARA PRONOSTICAR EL PRECIO DE LA MEZCLA MEXICANA DE PETRÓLEO</b>	<b>71</b>
PERÍODO PRONOSTICADO	71
<b><u>CAPÍTULO 4: DETERMINACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO DE VOLATILIDAD ENTRE EL PRECIO DE LA MEZCLA MEXICANA Y EL MERCADO BURSÁTIL MEXICANO</u></b>	<b><u>73</u></b>
<b>EVALUACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO DE VOLATILIDAD ENTRE EL PRECIO DE LA MEZCLA MEXICANA Y EL MERCADO BURSÁTIL MEXICANO</b>	<b>73</b>
PRUEBA Dickey-FULLER AUMENTADA (DFA)	76
PRUEBA PHILLIPS-PERRON (PP)	77
PRUEBA KWIATKOWSKY-PHILLIPS-SCHMIDT-SHIN (KPSS)	77
<b><u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b>	<b><u>80</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b><u>82</u></b>
<b>PÁGINAS DE INTERNET</b>	<b>84</b>
<b><u>ANEXO</u></b>	<b><u>85</u></b>

## Índice de Figuras

Figura 1-Caída de los precios del petróleo. Dls/ Barril de petróleo. (fuente: portalweb.sgm.gob.mx/economia/energeticos).	7
Figura 2-Comparación entre IPC y WTI periodo 2010-2016 en porcentaje (fuente: www.finanzas.yahoo.com).	7
Figura 3-Comportamiento del precio del petróleo WTI desde 1975 en Dls (fuente: US Energy Information Administration).	21
Figura 4-Producción de petróleo shale en EUA, 2009 - 2016 en Mbbls por día (fuente: US Energy Information Administration)	27
Figura 5-Precio del barril de petróleo mexicano de exportación, periodo 2008-2017 (fuente: Banxico)	33
Figura 6-Producción de petróleo en México, periodo 2009-2017 (fuente: CNH)	33
Figura 7-Comportamiento del IPC en el periodo 2009-2017 (fuente: Yahoo Finance)	40
Figura 8-Esquema de un ciclo económico (fuente: “Lo que indican los indicadores”)	43
Figura 9-Esquema de un ciclo económico con contracción (fuente: “Lo que indican los indicadores”)	44
Figura 10 -Esquema de un ciclo económico con doble declive (fuente: “Lo que indican los indicadores”)	45
Figura 11-Comparativa entre los ciclos económico y bursátil con indicadores de los sectores afectados en cada etapa (fuente: www.marketoracle.co.uk)	49
Figura 12-Ciclos económicos coincidentes y adelantados durante el período 1990-2017 (fuente: www.inegi.org.mx)	51
Figura 13-Composición porcentual anual de ingresos energéticos para el presupuesto federal (fuente: <a href="http://ciep.mx/mapeo-de-los-ingresos-del-sector-energetico-mexicano/">http://ciep.mx/mapeo-de-los-ingresos-del-sector-energetico-mexicano/</a> )	55
Figura 14-Macro en Excel para obtener las combinaciones de variables (fuente: elaboración propia)	64
Figura 15-Resultados de la prueba de Multicolinealidad	65
Figura 16-Resultados de la prueba de Normalidad	65
Figura 17-Resultados de la prueba de White con datos cruzados (Heteroscedasticidad)	66
Figura 18- Resultados de la prueba de White sin datos cruzados (Heteroscedasticidad)	66
Figura 19-Resultados de la prueba de Autocorrelación	67
Figura 20-Resultados de la prueba de Estabilidad	68
Figura 21-Ajuste de Autocorrelación	69
Figura 22-Ajuste de Estabilidad	70
Figura 23-Resultados de la prueba de Chow	70
Figura 24-Pronostico del modelo econométrico para los primeros tres períodos de 2017	71
Figura 25-Gráfica comparativa del comportamiento del modelo y la volatilidad de los precios de la mezcla mexicana	72
Figura 26-Resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentada	76
Figura 27-Resultados de la prueba de Phillips-Perron	77
Figura 28-Resultados de la prueba de Kwiatkowsky-Phillips-Schmidt-Shin	77
Figura 29-Resultados de la prueba de Cointegración	78
Figura 30-Resultados de la prueba de Causalidad	79

## Índice de Tablas

Tabla 1- Principales importadores de petróleo. Miles de Millones de dólares, año 2017 (fuente: <a href="http://www.worldstopexports.com">www.worldstopexports.com</a> ) _____	17
Tabla 2-- Principales exportadores de petróleo. Miles de Millones de dólares, año 2017 (fuente: <a href="http://www.worldstopexports.com">www.worldstopexports.com</a> ) _____	18
Tabla 3- Producción de petróleo y condensados de México, periodo 1970-1990 (fuente: SHCP) _____	29
Tabla 4-Pesos oficiales de la muestra del IPC al 31 de diciembre de 2017 (fuente: Grupo BMV) _____	38
Tabla 5-Datos empleados para elaborar el modelo de correlación, período 2010-2016 (fuente: elaboración propia con información de PEMEX y SENER) _____	63
Tabla 6-Comparación de resultados y porcentaje de error _____	72

## **Introducción**

### **Clasificación del Proyecto de Investigación**

**Área General de Investigación:** Finanzas

**Área Específica de Investigación:** Finanzas Bursátiles

**Tema de Investigación:** Mercados Bursátiles e Industria Energética

**Título de la Investigación:** “La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

### **Estado del Arte**

La evolución de los mercados financieros, así como el incremento de la variedad y complejidad de los productos financieros en los últimos 50 años, ha permitido la creación y la mejora de diversos modelos econométricos para medir una cantidad mayor de cambios que son difíciles de pronosticar y que se producen en la rentabilidad de un activo financiero y también, para determinar cuál es el riesgo financiero del mercado tomando en cuenta el o los activos en cuestión.

El problema que nos atañe en este proyecto de investigación ya ha sido abordado previamente por diversos investigadores alrededor del mundo, desde diferentes perspectivas, las cuales, se encuentran relacionadas entre sí por la naturaleza de sus objetivos a alcanzar. A continuación, se mencionan algunos de los trabajos más actuales como parte de los antecedentes considerados en esta investigación.

En el artículo de Achraf Ghorbel, Mouna Abbas Boujelbene, Younes Boujelbene, (2014), *“Behavioral explanation of contagion between oil and stock markets”* los autores investigan la evidencia empírica del contagio de comportamiento entre el precio del petróleo, el mercado de Estados Unidos de América y los mercados bursátiles de países importadores y exportadores de crudo, durante el shock del petróleo y la crisis financiera de Estados Unidos de América en el periodo 2008-2009. Utilizando el modelo BEKK-

GARCH encontraron que existían fuertes evidencias de que el esparcimiento de la volatilidad debido al sentimiento de aversión al riesgo de los inversores norteamericanos permeaba en los países tomados para la muestra.

En la tesis de Apaydin, M. (2014). *“Economic profitability of the Bakken, North Dakota unconventional oil plays based on a typical well performance with current market conditions”*. El propone que un incremento en los precios internacionales del petróleo después de la crisis económica de 2009 ha resultado sorprendente para Estados Unidos de América, el cual es uno de los principales mercados consumidores de petróleo, lo que impulsó la tecnología para explotar nuevos tipos de yacimientos trayendo condiciones económicas favorables. Estas nuevas condiciones ocasionaron que el estado de Dakota del Norte se convirtiera en uno de los principales contribuidores a este nuevo boom de yacimientos no convencionales. Aunque aún es debatible la rentabilidad y viabilidad de este tipo de explotación debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo, se puede tomar como un ejemplo de las causas que generan grandes fluctuaciones en los mercados bursátiles.

En el artículo de Bouri, E. (2015). *“A broadened causality in variance approach to assess the risk dynamics between crude oil prices and the jordanian stock market”*. El autor propone construir un marco de trabajo para demostrar los efectos del contagio de riesgo entre los precios internacionales del petróleo y el mercado bursátil de Jordania durante el periodo de marzo 2013 a enero 2014. La muestra es dividida en dos periodos: pre-crisis y post-crisis. Los resultados para el primer periodo muestran una ausencia de contagio de riesgo entre los precios internacionales del petróleo y el mercado bursátil de Jordania, Sin embargo, después de la crisis se encuentra evidencia del impacto de los precios internacionales del petróleo en el mercado bursátil de Jordania.

En el artículo de Bouri, E. (2015). *“Return and volatility linkages between oil prices and the lebanese stock market in crisis periods”*. El autor examina las conexiones entre la volatilidad de los precios internacionales del petróleo y el mercado bursátil de Líbano al aplicar un nuevo modelo VAR-GARCH desarrollado para el periodo comprendido entre enero 1998 a mayo 2014. Dividiendo la información en pre-crisis, crisis y post-crisis.



Contrario a lo que estudios previos mostraron, sus resultados muestran una débil transmisión de la volatilidad de las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo a el mercado bursátil de Líbano.

En el artículo de Ftiti, Z., Guesmi, K., & Abid, I. (2016). “*Oil price and stock market co-movement: ¿What can we learn from time-scale approaches?*” se estudia la relación entre los precios internacionales del petróleo y los países pertenecientes al G7, distinguiendo entre interacciones de largo plazo y de contagio. Registrando la correlación dinámica de los precios internacionales del petróleo y los mercados bursátiles, se demuestra que esta interdependencia es más fuerte en el corto y mediano plazo que en el largo plazo.

En este artículo de Fredj Jawadi, Mondher Bellalah, (2011), “*Nonlinear mean reversion in oil and stock markets*”. Ellos proponen un enfoque diferente en el estudio de la relación entre los mercados bursátiles y de crudo, analizando la dinámica de los precios del petróleo como una variable dependiente o no de las fluctuaciones del mercado bursátil para una muestra que contiene 4 países (Francia, Estados Unidos de América, México y Filipinas), utilizando un modelo econométrico no lineal encuentran una estrecha correlación entre ambos mercados para todos los países en consideración.

En el artículo de Ghorbel, A., Boujelbene, M. A., & Boujelbene, Y. (2014). “*Behavioral explanation of contagion between oil and stock markets*”. Los autores investigan la evidencia empírica del contagio entre el mercado bursátil de Estados Unidos y los mercados bursátiles de países importadores y exportadores de petróleo durante el periodo de la crisis financiera de 2008-2009 y el shock de los precios internacionales de petróleo. Utilizando un modelo BEKK-GARCH de tres variables, los autores encontraron que la volatilidad del mercado bursátil de Estados Unidos de América afecta al resto de los mercados bursátiles de la muestra.

En el artículo de Imarhiagbe, Samuel, (2010), “*Impact of oil prices in stock markets: empirical evidence from selected major oil producing and consuming countries*”. Se analiza el impacto de los precios del crudo en los precios de las acciones de un grupo de

países con una gran producción y consumo de petróleo con un tipo de cambio nominal como una determinante adicional. Para esta investigación se tomaron en cuenta precios diarios de acciones, de crudo y tipos de cambio para seis países (México, Rusia, Arabia Saudita, India, China y Estados Unidos de América) de enero 26 de 2000 a enero 22 de 2010. Utilizando un modelo de vectores autoregresivos sus resultados fundamentan la correlación de las variables (excepto por los tipos de cambio de Arabia Saudita Y Estados Unidos que permanecen constantes al inicio de la serie de tiempo). También se encuentra evidencia de una correlación de larga duración (México fue inconcluso) en Arabia Saudita, India, China y Estados Unidos de América, mientras que Rusia exhibe dos correlaciones de este tipo, además de que se demuestra que las tres variables no pueden ser separadas de las otras en todos los países exceptuando México, confirmando la influencia de los precios del crudo y el tipo de cambio sobre los precios de las acciones.

En este artículo de Kang, W., Ratti, R. A., & Vespignani, J. (2016). *“The impact of oil price shocks on the U.S. stock market: A note on the roles of U.S. and non-U.S. oil production”*. Los autores exponen que las fluctuaciones de producción de petróleo internacional no son una causa directa para entender el comportamiento del mercado bursátil de Estados Unidos de América debido a una expansión sin precedente en la producción de petróleo de Estados Unidos de América en 2009.

En la Tesis de Mucci, Steven A, (2015), *“Managing political and investment risk in the international oil and gas industry”*. Menciona que el riesgo en los mercados internacionales se ha incrementado en los últimos años y mientras mayor sea esta percepción por parte de los inversionistas, es menos posible que la inversión se realice. Por lo tanto, la efectividad con la que este riesgo es manejado en la industria del petróleo es importante porque la disponibilidad de petróleo es una cuestión de seguridad nacional y que las instituciones existentes cambian y nuevas instituciones son creadas cuando las organizaciones perciben que el cambio en el “status quo” mejorará la rentabilidad de proyectos existentes y hará nuevos proyectos económicamente posibles. Sin embargo, el proceso por el cual estas instituciones son creadas resulta más fácil de explicar en la teoría que en la práctica, porque su desarrollo toma lugar en pequeños pasos y

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

frecuentemente involucra severas organizaciones, algunas tratando de cambiar el entorno y otras tratando de conservarlo.

En este artículo de Musibau Adetunji Babatunde, Olayinka Adenikinju, Adeola F. Adenikinju, (2013) *“Oil price shocks and stock market behaviour in Nigeria”*. Los autores investigan la relación de los precios internacionales del petróleo con el mercado bursátil de Nigeria por medio de un modelo multivariable de vectores autoregresivos, mostrando una insignificante respuesta positiva del mercado bursátil a los cambios en los precios internacionales del petróleo, pero que se revierte con efectos negativos después de un periodo prolongado de crisis. Los resultados son similares al incluir otras variables.

En el artículo de Nazlioglu, S., Soytaş, U., & Gupta, R. (2015). *“Oil prices and financial stress: A volatility spillover analysis”*. El autor examina si es que existe una transmisión de la volatilidad entre los precios internacionales del petróleo y el stress financiero por medio de una prueba “spillover”. Para lo cual empleo precios del West Texas Intermediate (WTI) y el índice de stress financiero de Cleveland para el periodo 1991-2014 y dividió la muestra en tres periodos: pre-crisis, crisis, post-crisis. Las estimaciones del modelo de volatilidad indican que los precios internacionales del petróleo y el índice de stress financiero están dominados por una volatilidad de largo plazo. La prueba “spillover” soporta la evidencia de la transferencia de riesgo de los precios internacionales del petróleo al índice de stress financiero antes de la crisis y del índice de stress financiero a los precios internacionales del petróleo después de la crisis.

En el artículo de Padilla, Villalba, Irina, Fatima, Flores-Ortega, Miguel, (2014), *“Análisis de la volatilidad del índice principal del mercado bursátil mexicano, del índice de riesgo país y de la mezcla mexicana de exportación mediante un modelo GARCH trivariado asimétrico”*. Se parametriza de forma conjunta la heteroscedasticidad condicional autorregresiva que corresponde al comportamiento de la varianza de tres variables: (a) el índice de precios y cotizaciones (IPC), indicador principal del mercado bursátil mexicano, (b) el emerging markets bond index para México (EMBI), como indicador de riesgo país y (c) el precio de la canasta mexicana de tres crudos de exportación (MEZCLA). Las variables se emplean como estimadores de la tendencia de los precios

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

de las acciones, los bonos y los energéticos, respectivamente, con el objetivo final de conformar un portafolio de inversión diversificado que incluya dichos activos. Se presentan los resultados empíricos de un modelo econométrico GARCH trivariado asimétrico. El estudio contempla el período de 2002 a 2013.

En este artículo de Pinho, C., & Madaleno, M. (2016). *“Oil prices and stock returns: Nonlinear links across sectors”*. Se presenta evidencia de una relación asimétrica entre los precios internacionales del petróleo y los mercados bursátiles. Empleando un modelo MSVAR se muestran respuestas asimétricas de los mercados bursátiles hacia los precios internacionales del petróleo. Tomando precios de acciones de compañías de la industria del petróleo se evidencia este tipo de correlación con los precios internacionales del petróleo durante el periodo 2007-2012.

En el artículo de Tarak Nath Sahu , Kalpataru Bandopadhyay , Debasish Mondal , (2014) *“An empirical study on the dynamic relationship between oil prices and Indian stock market”*. Se estudia la relación dinámica entre los precios internacionales del petróleo y el mercado bursátil de India, utilizando información del periodo enero 2001 a marzo 2013 y un modelo de vectores autoregresivos mostrando una respuesta a los cambios del mercado bursátil reflejados en los precios internacionales del petróleo, pero no a la inversa.

## **Planteamiento del Problema**

La más reciente crisis en el sector energético (2010-2016) debido a una caída de los precios del petróleo a nivel mundial ha reavivado el interés por comprender la interacción entre los distintos activos financieros en los mercados, así como su origen y las alteraciones que presentan durante estos periodos de recesión, con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad y exposición de los inversionistas a las ineficiencias del mercado.

Por lo anterior y debido a la falta de una metodología adaptada a nuestro país para estudiar el comportamiento de la relación entre los precios internacionales del petróleo y el mercado bursátil, se toma la decisión de, a partir de investigaciones realizadas

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

anteriormente en otros mercados alrededor del mundo, proponer la creación de un modelo de volatilidad estocástica que ayude a reducir la incertidumbre financiera para el caso particular del Mercado Bursátil Mexicano (IPC). Tomando como referencia la similitud en el comportamiento del precio de la Mezcla Mexicana y el indicador West Texas Intermediate (WTI) (Fig.1) y así lograr estimar las tendencias en la volatilidad del IPC y de los precios internacionales del petróleo en el periodo 2010-2016 con la mejor aproximación posible(Fig.2).

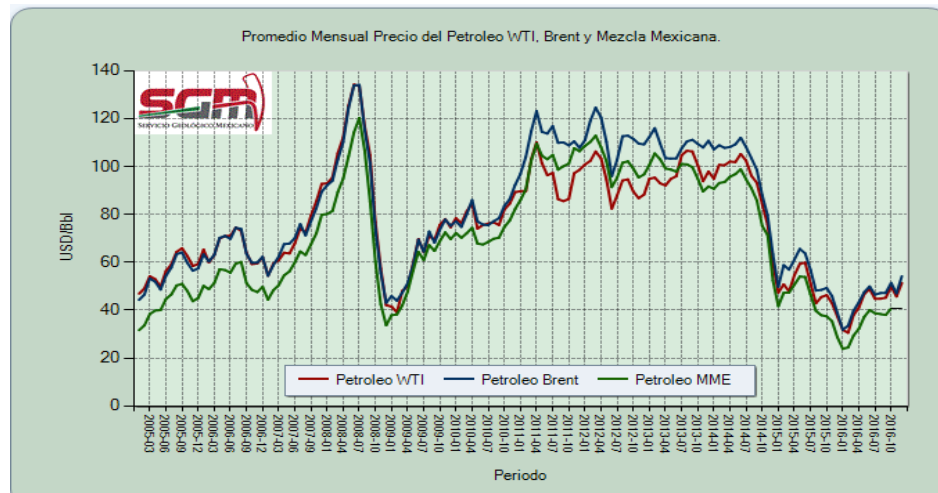


Figura 1-Caída de los precios del petróleo. Dls/ Barril de petróleo. (fuente: portalweb.sgm.gov.mx/economia/energeticos).



Figura 2-Comparación entre IPC y WTI periodo 2010-2016 en porcentaje (fuente: www.finanzas.yahoo.com).

## **Preguntas de Investigación**

### Pregunta principal:

¿De qué forma la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016?

### Pregunta secundaria:

Si existe una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ¿Cuál es la magnitud de su impacto?

## **Objetivos**

### Objetivo general:

-Explicar de qué forma la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016.

### Objetivo secundario:

-Explicar cuál es la magnitud del impacto en caso de existir una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo

## Hipótesis

### Hipótesis principal:

La volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute de forma directa en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016 al demostrarse que con una variación a la baja en los precios el IPC presenta un comportamiento similar.

### Hipótesis secundaria:

La magnitud del impacto en el valor del IPC es mayor cuando los precios del petróleo disminuyen, en caso de que exista una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo.

Lo anterior se puede resumir en la siguiente matriz de congruencia:

<b>Pregunta Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis Principal</b>
¿De qué forma la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016?	Explicar de qué forma la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016.	La volatilidad de los precios internacionales del petróleo ocasionada por un exceso de producción repercute de forma directa en el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016 al demostrarse que a una variación a la baja de los precios el IPC presenta un comportamiento similar.
<b>Pregunta Secundaria</b>	<b>Objetivo Secundario</b>	<b>Hipótesis secundaria</b>
Si existe una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo ¿Cuál es la magnitud de su impacto?	Explicar cuál es la magnitud del impacto en caso de existir una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo.	La magnitud del impacto en el valor del IPC es mayor cuando los precios del petróleo disminuyen, en caso de que exista una correlación entre los precios internacionales del petróleo y el comportamiento del Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016, debido a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo.

## Marco Conceptual

Dentro de la concepción de los objetivos de esta investigación, se hace referencia a diversos elementos que interactúan entre sí, teniendo como única constante el cambio. Algunos de estos factores merecen atención especial ya que son fundamentales para entender el alcance de este proyecto; por lo tanto, es indispensable partir de las definiciones más básicas y al lograr una base de conocimiento, gradualmente incrementar la complejidad del mismo.

El Mercado Bursátil<sup>1</sup> es aquél en que se llevan a cabo las transacciones de títulos realizados por los intermediarios bursátiles, quienes captan los recursos provenientes de ahorradores e inversionistas, nacionales y extranjeros; aplicándolos a una amplia gama de valores que responden a las necesidades de financiamiento de empresas emisoras, instituciones de crédito y organismos gubernamentales.

El desempeño, la evolución y la tendencia del mercado bursátil se mide a través de índices que reflejan los movimientos que, por efectos de oferta y demanda o por factores externos, tienen los precios de los diferentes productos, activos o títulos que se intercambian en las bolsas. En México el principal índice se denomina IPC<sup>2</sup> (Índice de Precios y Cotizaciones), el cual expresa el rendimiento que puede tener este mercado tomando como referencia la variación de precios de una muestra de todos los títulos que se negocian en la bolsa. El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) es elaborado diariamente por la Bolsa Mexicana de valores con base en los resultados de la sesión cotidiana, y tomando como referencia las 35 emisoras principales de los distintos sectores de la economía.

Los procesos estocásticos, cuyo comportamiento es no determinista, en la medida que el subsiguiente estado del sistema está determinado tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios, pueden ayudarnos a representar el

---

<sup>1</sup> Vid.: Glosario, Banco de México. <http://www.banxico.org.mx/divulgacion/glosario/glosario.html#M> (octubre 2016)

<sup>2</sup> Ídem.:



comportamiento aparentemente aleatorio dentro de los mercados financieros de activos como los valores, las materias primas, los tipos de interés, títulos de renta fija o la volatilidad<sup>3</sup>; la cual es de dos tipos: determinista y estocástica, por lo que existen distintos modelos de volatilidad estocástica<sup>4</sup>, los cuales se van a diferenciar entre sí de acuerdo a la forma de dependencia de su propio pasado o los factores que en ella pueden influir.

Dado que la mira central de este análisis estará puesta en diseñar un modelo de volatilidad estocástica que permita reducir la incertidumbre en variables dependientes del tiempo, se determina que el objetivo de esta investigación será la creación de un modelo estocástico<sup>5</sup>. En ese sentido es preciso aclarar algunos conceptos que sirvan de ejes conceptuales sobre los que apoyar la lectura interpretativa.

En primer término, un modelo estocástico se define como un concepto matemático que sirve para tratar con magnitudes aleatorias que varían con el tiempo, o más exactamente para caracterizar una sucesión de variables aleatorias (estocásticas) que evolucionan en función de otra variable. Cada una de las variables aleatorias del proceso tiene su propia función de distribución de probabilidad y pueden o no, estar correlacionadas entre ellas.

Continuando con el término de volatilidad, esta puede definirse como una medida de la frecuencia e intensidad de los cambios del precio de un activo o de un tipo definido como la desviación estándar de dicho cambio en un horizonte de tiempo, es decir, que gracias a ella se puede medir el riesgo y la rentabilidad de una inversión y como esta última se puede desviar del valor objetivo. Una desviación alta se traduce en fuertes variaciones en el comportamiento mientras que una volatilidad baja refleja una situación más estable.

Los períodos en los que los precios caen rápidamente (crisis) son seguidos, frecuentemente, por períodos en los que los precios caen aún más, o suben de forma inusual. Igualmente una subida rápida (burbuja) es seguida, con frecuencia, por subidas

---

<sup>3</sup> Vid.: García Centeno, M<sup>a</sup> del Carmen; Calvo Martín, Meri Emilia. (2005). *ESTIMACIÓN DE MODELOS DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA EN SERIES DE RENDIMIENTOS BURSÁTILES*. PP. 1-5

<sup>4</sup> *Ídem.*:

<sup>5</sup> *Ibidem.*: p. 6

o bajadas de una amplitud inusual.<sup>6</sup>

## Metodología

Una vez que se han determinado las bases y el alcance de este proyecto de investigación, es necesario marcar la ruta que se debe seguir para llevar a buen puerto el mismo por medio de dos tipos de técnicas: documental y de campo.

**La técnica documental** es indispensable para obtener y recopilar información correspondiente al periodo 2010-2016 de las fluctuaciones de los precios y niveles de producción internacionales del petróleo, así como también la volatilidad del mercado bursátil Mexicano en el mismo periodo al analizar los datos contenidos en tesis, artículos de revistas certificadas, sitios web, periódicos, memorias de conferencias, anuarios de producción y cotizaciones, así como leyes, reglamentos y políticas internas de algunas compañías.

Al haber reunido esta información se procedió entonces, por medio de **la técnica de campo** a seleccionar, calibrar y evaluar por medio de sus resultados, un modelo de volatilidad estocástico, que al compararlo con la realidad de la industria petrolera y su efecto en los mercados internacionales, represente al comportamiento de las variables involucradas lo más cercano a esta realidad, (precio del petróleo, fluctuaciones del Mercado Bursátil Mexicano, IPC) de manera que pueda ser re-ajustado y utilizado de manera confiable en la estimación de pronósticos de estos activos financieros.

El tipo de estudio que se realizó es de **tipo explicativo** porque se desea dar a conocer al lector, el contexto en el cual se relacionan los precios del petróleo y el mercado bursátil Mexicano durante un período de crisis en los precios a nivel mundial ocasionada por un exceso de producción, para continuar con la parte **analítica** del estudio, en la cual se abordó de forma detallada el conjunto de información empleada para inferir si existe

---

<sup>6</sup> Vid.: Engle, Robert F. (1982). “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation”. *Econometrica* **50** (4): 987-1007.

alguna correlación entre las variables involucradas, agregando de esta forma la parte **correlativa** del estudio.

Aunado a esto, para el presente trabajo fue necesario definir los métodos de investigación implementados, los cuales fueron de índole histórica, deductiva y sintética.

**Método histórico:** Fue necesario contar con una base de información de los sucesos ocurridos en los mercados internacionales y el panorama petrolero mundial durante el período comprendido entre los años 2010-2016, los cuales pueden ser divididos en 3 etapas: pre-crisis (2010-2014), crisis (2014-2015) y post-crisis (2016-?). Esta clasificación permitió interpretar y comprender los eventos involucrados de manera sistemática y en orden cronológico.

**Método deductivo:** Tomando en cuenta los trabajos de investigación realizados en diferentes partes del mundo del comportamiento de los mercados con relación a las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo, se avanzó en la construcción de nuevo conocimiento enfocado al caso particular del mercado bursátil mexicano recuperando todas aquellas recomendaciones y/o soluciones que han sido previamente demostradas como susceptibles de ser seguidas en un contexto general y de tener la capacidad de ser reducidas en su alcance para cada particularidad.

**Método sintético:** A partir de los resultados, se obtuvieron conclusiones que ayudaron a comprobar la existencia de un impacto debido a las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo durante el periodo 2010-2016 en el comportamiento del mercado bursátil mexicano. Y por medio de un modelo de volatilidad estocástico se realizaron pronósticos confiables que permiten reducir la vulnerabilidad de los inversionistas ante la ineficiencia de un mercado en estas condiciones.

## **Resumen Capitular**

### **Capítulo 1: Crisis energéticas**

En este primer capítulo se abordan los antecedentes de las crisis energéticas en los mercados financieros ocurridos en los últimos 50 años, en específico de aquellas creadas por la volatilidad de los precios del petróleo, ya que el conocimiento de estos eventos, así como sus causas y consecuencias permitirán comprender de mejor forma su evolución a lo largo del tiempo y como afectan a la economía en un contexto globalizado y con mayor interdependencia entre sus partes.

### **Capítulo 2: Entorno Económico y Financiero**

Este capítulo inicia con una revisión de los conceptos relativos a los ciclos económicos y bursátiles, así como también de los que son pertinentes al Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), para comprender el entorno económico y financiero nacional durante el periodo comprendido en este estudio (2010-2016) a través del análisis de gráficas elaboradas con datos provenientes de diversas instituciones gubernamentales y privadas para fijar el contexto de esta investigación.

### **Capítulo 3: Elaboración de la primera parte del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano**

El tercer capítulo, es una breve introducción a los modelos econométricos, los cuales son fundamentales en el análisis de series de tiempo financieras. Empezando con la definición del modelado como la creación de representaciones de la realidad. Aclarando que los modelos permiten demostrar correlaciones o causalidad entre variables que pueden ser utilizadas para mejorar la toma de decisiones financieras y que, al tener una vigencia, ocasionan que los modelos esten sujetos a cambios en las condiciones de las variables y por lo tanto son considerados temporales.

Para posteriormente iniciar con la aplicación de estos fundamentos en la creación y

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

calibración de un modelo econométrico de acuerdo con los requerimientos de la investigación y su respectivo ajuste al caso de estudio para determinar el precio de la mezcla mexicana de petróleo, analizando diversas variables independientes que se consideran mantienen una relación directa con el mismo.

#### **Capítulo 4: Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano**

Una vez que el modelo seleccionado fue ajustado, se realizaron análisis de sensibilidad a los valores de las series de tiempo reales dentro del periodo 2010-2016 para obtener diversos resultados que permitieron llegar a conclusiones acerca de la relación existente entre la volatilidad de los precios internacionales del petróleo, a través del precio de la mezcla mexicana de petróleo, y el mercado bursatil mexicano por medio del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC).

#### **Conclusiones y Recomendaciones**

Se presenta un análisis y posterior discusión de los resultados obtenidos a través de esta investigación, tal que permita obtener conclusiones y en su caso algunas recomendaciones pertinentes, así como posibles aplicaciones y líneas de investigación futuras.

“La volatilidad en los precios internacionales del petróleo y su relación con el Mercado Bursátil Mexicano en el período 2010-2016”

▪

▪

## Capítulo 1: Crisis energéticas

### Sector Energético Mundial

A lo largo de la historia, el progreso de la humanidad ha sido posible gracias a su habilidad para crear y desarrollar tecnología a partir de los recursos que la naturaleza nos provee. Comenzando con el descubrimiento del fuego y la posterior implementación sucesiva de otras fuentes energía como el vapor de agua, el carbón, la electricidad, el petróleo, el gas natural, la energía nuclear y actualmente el desarrollo de las energías renovables; paulatinamente a estos avances científicos y tecnológicos el mundo construyó complejos sistemas de comercio entre las naciones, los cuales también han tenido una evolución constante a lo largo del tiempo y es así que en algún punto la industria energética ha sufrido cambios y con ello creado conexiones con los mercados financieros alcanzando una interdependencia en la que los eventos creados en uno pueden tener grandes repercusiones en los otros.

El petróleo es la principal fuente de energía y materia prima para la generación de una gran variedad de derivados, entre los que se incluyen: combustibles, plásticos, lubricantes, fertilizantes y otros productos petroquímicos que son materia prima de otras industrias; lo que propicia que el comercio del mismo y sus derivados formen un pilar fundamental de los mercados internacionales y la política exterior de diversos países tanto exportadores como importadores (Tablas 1 y 2).

Rank	Importer	2017 Crude Oil Imports	% World Total
1.	India	US\$60.2 billion	6.9%
2.	Japan	\$63.7 billion	7.3%
3.	Germany	\$36.2 billion	4.1%
4.	United States	\$139.1 billion	15.9%
5.	Taiwan	\$16.9 billion	1.9%
6.	Thailand	\$20.1 billion	2.3%
7.	United Kingdom	\$20.9 billion	2.4%
8.	France	\$23.8 billion	2.7%
9.	Belgium	\$15.3 billion	1.7%
10.	Netherlands	\$37.4 billion	4.3%

Tabla 1- Principales importadores de petróleo. Miles de Millones de dólares, año 2017 (fuente: [www.worldstopexports.com](http://www.worldstopexports.com))

## “Crisis energéticas”

Rank	Exporter	2017 Crude Oil Exports	% World Total
1.	Saudi Arabia	US\$133.6 billion	15.9%
2.	Russia	\$93.3 billion	11.1%
3.	Iraq	\$61.5 billion	7.3%
4.	Canada	\$54 billion	6.4%
5.	United Arab Emirates	\$49.3 billion	5.9%
6.	Iran	\$40.1 billion	4.8%
7.	Kuwait	\$38.2 billion	4.5%
8.	Nigeria	\$33 billion	3.9%
9.	Angola	\$30.5 billion	3.6%
10.	Kazakhstan	\$26.6 billion	3.2%
11.	Norway	\$25.9 billion	3.1%
12.	Venezuela	\$23.1 billion	2.7%
13.	United States	\$21.8 billion	2.6%
14.	Mexico	\$19.9 billion	2.4%
15.	United Kingdom	\$19 billion	2.3%

Tabla 2-- Principales exportadores de petróleo. Miles de Millones de dólares, año 2017 (fuente: [www.worldstopexports.com](http://www.worldstopexports.com))

### Sector Energético en México

En México, la mayor parte de la energía del país proviene de energías no renovables, es decir, petróleo, gas y carbón. Desde la época colonial, las principales actividades en el país han tenido que ver con la industria extractiva y generación de energía, pasando por la minería y continuando con la explotación del petróleo y gas natural. Actualmente, los hidrocarburos tienen una gran importancia para el país y hasta hace no mucho tiempo representaban la fuente principal de los ingresos públicos federales, siendo un sector exclusivo del Estado.

La evolución de la industria petrolera nacional comienza en 1938 con la expropiación llevada a cabo por el presidente Lázaro Cárdenas. Así que a partir de 1940 comenzó una etapa de crecimiento económico sostenido de 6% anual. La producción de crudo rebasó 1 millón de barriles diarios llegando a 2 millones. Después de 1982 el crecimiento descendió a un 2% anual. En enero de 2012 se tenía una producción de 2.5 millones de



barriles diarios, la que comenzó a declinar de manera constante hasta llegar a 1.93 millones de barriles diarios en agosto de ese mismo año.<sup>7</sup>

Aunado a lo anterior, la crisis de precios que comenzó en el segundo semestre de 2014 consecuencia del aumento de producción en lutitas (shale) en Estados Unidos y el exceso de oferta sobre el consumo mundial que oscilaba entre 1.2 millones y 1.5 millones de barriles diarios ocasionó que el precio de la mezcla mexicana de petróleo cayera hasta niveles mínimos de Dls. 20 por barril durante el primer trimestre de 2016.<sup>8</sup>

Actualmente y como producto de las reformas estructurales del gobierno encabezado por el presidente Enrique Peña Nieto, el sector de hidrocarburos a evolucionado de ser un monopolio estatal a un mercado abierto en el que participan compañías nacionales y extranjeras; 66 de ellas en exploración y producción, 56 en transporte y logística y 18 nuevas marcas de gasolineras en todo el país<sup>9</sup>. Todo esto con la finalidad de recuperar el porcentaje de mercado perdido al aumentar la producción de petróleo y gas, así como de sus derivados para satisfacer la demanda interna y los volúmenes de exportación requeridos.

## **Revisión histórica de las crisis energéticas en un contexto mundial**

Han pasado más de 40 años desde la gran crisis del petróleo en 1973, lo cual coincide con el surgimiento de un nuevo régimen en los mercados energéticos globales, en el cual los precios del petróleo fluctúan enormemente en respuesta a la oferta y demanda. La crisis se originó cuando el precio del petróleo casi se cuadruplicó en un periodo de tres meses, forzando a los países importadores a realizar ajustes sustanciales.

Para complicar las cosas, algunos gobiernos respondieron imponiendo techos en el precio de la producción nacional de petróleo y en el precio de los productos refinados como las gasolinas, causando escasez de combustibles y largas filas en las estaciones

---

<sup>7</sup> Vid.: Gershenson, Antonio. (16 de Octubre de 2017) “Petróleo en Rusia y en México”. *La Jornada*. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2017/10/16/opinion/020a1pol>.

<sup>8</sup> Vid.: (10 de Julio de 2018). Recuperado de [http://www.sgm.gob.mx/Web/SINEM/energeticos/mezcla\\_mexicana.html](http://www.sgm.gob.mx/Web/SINEM/energeticos/mezcla_mexicana.html)

<sup>9</sup> Vid.: (10 de Julio de 2018). Recuperado de <https://portal.cnih.cnh.gob.mx/dashboard-empresas.php>

de gasolina. Aunado a esto, se introdujeron límites de velocidad, programas para restringir el uso de automóviles o compras limitadas de gasolina, por citar algunos ejemplos.

Aunque los altos y bajos de los precios del petróleo han ocurrido en intervalos regulares desde el periodo de la Segunda Guerra Mundial, ninguno de estos movimientos en precio fue comparable en magnitud al incremento que sufrió en el año de 1973. De hecho, anteriormente, a este año muchos países como Estados Unidos de América, habían regulado el precio resultando en periodos de constancia interrumpidos únicamente por ajustes infrecuentes que coinciden con disrupciones en la oferta proveniente del Medio Oriente.

La literatura<sup>10</sup> ha identificado un número de potenciales determinantes de las fluctuaciones del precio del petróleo, que incluyen: 1) sobre saltos en la producción mundial de petróleo como resultado de eventos políticos en países productores, el descubrimiento de nuevos campos petroleros y mejoras en la tecnología para la perforación, extracción y refinación de petróleo. 2) cambios en la demanda de petróleo asociados con cambios inesperados en los ciclos económicos; y 3) cambios en la demanda de inventarios de petróleo que reflejan tendencias en las expectativas sobre los recortes de producción relativa y la demanda mundial. A pesar de los grandes avances que han hecho los economistas en años recientes para tratar de entender las fluctuaciones del precio del petróleo, se puede observar en la gráfica (Fig. 3) que algunas de las variaciones en el precio durante los últimos 40 años fueron demasiado grandes en el momento en que se sucedieron.

---

<sup>10</sup> Vid.: Baumeister Christiane, Kilian Lutz; (1985). “Forty years of Price Fluctuations: Why the Price of Oil May Still Surprise US”. *Journal of Economic Perspectives*, 30(1): PP. 139-145.

## “Crisis energéticas”



Figura 3-Comportamiento del precio del petróleo WTI desde 1975 en Dls (fuente: US Energy Information Administration).

Inicialmente, todas las grandes fluctuaciones de precios fueron pensadas como un reflejo de las interrupciones en el flujo de la producción global de petróleo asociada con eventos políticos y conflictos armados en países productores principalmente miembros de la OPEP. Investigaciones subsecuentes han mostrado que esta explicación es una entre muchas otras y no es tan relevante como originalmente se había pensado. De hecho, muchas de las fluctuaciones del precio anteriores a 1973 son explicadas mayormente por cambios en la demanda asociados con cambios en los ciclos económicos de los países.

Conforme la economía global se expande, así también la demanda por materias primas que incluyen el petróleo crudo. Algunas veces también ha habido importantes cambios en los inventarios debido a la expectación del precio futuro, tales cambios no son porque el petróleo se necesite en ese momento, sino para asegurar el abasto en caso de posibles reducciones. Históricamente, la demanda de inventarios ha sido alta en tiempos de tensión geopolítica en Medio Oriente, baja capacidad de reemplazo de producción y una expectativa de crecimiento económico global fuerte.

### **La crisis de 1973-1974**

A primera instancia, una de las causas que originaron esta crisis, fue que la producción de petróleo cayó en el último trimestre del año 1973 ocasionando que el precio se incrementará, consistente con un cambio en la curva de oferta junto con la curva de demanda. Es común referirse a la guerra entre Israel y la colisión árabe que tuvo lugar del 6 al 26 de octubre como la causa de esta crisis. Sin embargo, este conflicto se llevó a cabo fuera del territorio de los países productores, por lo que la interrupción de la producción no fue un efecto directo de esta guerra. Más bien, los países árabes miembros de la OPEP deliberadamente cortaron su producción en un 5% comenzando el 16 de octubre, al mismo tiempo aumentaron el precio de su petróleo y esto fue seguido de un anuncio de un recorte adicional del 25% de la producción el 5 de noviembre, 10 días después de que la guerra había terminado.

Algunos investigadores<sup>11</sup> atribuyen el corte producción en octubre y noviembre al embargo árabe contra algunos países de occidente. Sin embargo, existe otra interpretación alternativa que indica que a principios del año de 1973 el precio del petróleo fue ajustado como resultado del acuerdo entre compañías productoras y gobiernos de Medio Oriente bajo el acuerdo de Trípoli-Teherán. Este acuerdo de cinco años fija el precio por cada barril de petróleo extraído que recibiría el gobierno de cada país a cambio de asegurar que las empresas extranjeras pudieran extraer el volumen de petróleo que ellas quisieran.

Cuando la demanda mundial por petróleo se aceleró a finales de 1972, muchos países del Medio Oriente se encontraban operando a su máxima capacidad mientras que algunos otros como Arabia Saudita y Kuwait tenían la capacidad para incrementar su producción, aunque no de buena gana. Esto puede atribuirse al hecho de que los precios fijados en 1971 pudieron ser razonables para esa época, pero fueron rápidamente

---

<sup>11</sup> Vid.: Kilian, Lutz, Daniel P. Murphy. (2012). “Why Agnostic Sign Restrictions Are Not Enough: Understanding the Dynamics of Oil Market VAR Models.” *Journal of the European Economic Association*, PP. 1166–88.

erosionado en términos reales como resultado de la devaluación del dólar y la inflación. Esto causó una intensificación en la oposición a los acuerdos de Trípoli-Teherán que culminó con el desconocimiento de los mismos el 10 de octubre de 1973, cuando los productores de petróleo decidieron producir menos a mayores precios.

Esta evidencia sugiere que una gran parte del incremento en el precio del petróleo en el año 1973 se debió principalmente a incrementos en la demanda más que en la reducción de la oferta.

### **El shock de 1979-1980**

La crisis de 1973 fue seguida por otro boom en el periodo 1979-80, cuando el precio del petróleo West Texas Intermediate (WTI) se incrementó de menos de Dls. 15 por barril en septiembre de 1978 a casi Dls. 40 en abril de 1980. Como en la crisis anterior, los gobiernos respondieron aumentando los precios del petróleo al racionalizar la gasolina y forzar controles de precios. La literatura sugiere que la causa fue una reducción en la producción de Irán seguida por la revolución en el mismo país. Sin embargo, la sincronización de los eventos deja una ventana de interpretación<sup>12</sup>, ya que la revolución iraní comenzó a finales de 1978, culminando con la salida del Sha de Irán en enero y la llegada del ayatolá Khomeini en febrero de 1979. La mayor caída de producción en Irán ocurrió en enero y febrero de ese mismo año, comenzando a recuperarse en marzo. Debido a una mayor producción de Arabia Saudita como respuesta a la revolución iraní, La caída en términos generales de producción de la OPEP fue de 8% en septiembre de 1978, Para abril de 1979 este porcentaje fue de 0%.

Lo anterior no significa que la revolución iraní no afectó el precio del petróleo directamente, pero sí afectó la expectativa de los precios futuros en los inventarios. Modelos empíricos sugieren que cerca de un tercio del incremento acumulativo en el precio estaba asociado con un incremento en la demanda de inventarios<sup>13</sup>,

---

<sup>12</sup> Vid.: Hamilton, James D. (2003). “What Is an Oil Shock?” *Journal of Econometrics* 113(2): PP. 363–98.

<sup>13</sup> *Ídem.*:

presumiblemente reflejando tensiones geopolíticas entre Estados Unidos de América e Irán y entre este último y sus vecinos. Los restantes dos tercios del incremento de precios en 1979 son explicados por los efectos acumulativos de la demanda producto de una inesperada fuerza en la economía global, el cual fue un escenario muy diferente al de la primera crisis.

### **Las décadas de 1980 y 1990**

A finales de septiembre de 1980 Irak invadió Irán causando la destrucción de instalaciones petroleras iraníes e interrupciones en las exportaciones de petróleo de ambos países. Este evento fue seguido por un incremento en el precio del West Texas Intermediate (WTI) pasando de Dls. 36 por barril en septiembre a Dls. 38 en enero de 1981, lo cual es atribuido a la interrupción en la oferta. Los primeros años de la década de 1980 vieron una declinación sistemática en el precio del petróleo a partir de su pico en abril de 1980. Una de las razones que causaron este movimiento fue el cambio en la política monetaria global liderado por Paul Volcker y su decisión de aumentar las tasas de interés en Estados Unidos.

Esta declinación fue ampliada por los esfuerzos de reducir el uso de combustibles fósiles en los países industrializados, aunado a los pronósticos del menor crecimiento de la economía lo que hizo menos atractivo el retener grandes inventarios de petróleo con su consecuente disminución en el precio. Como parte del legado de la primera crisis fue que numerosos países no pertenecientes a la OPEP incluyendo México, Noruega y el Reino Unido ayudaron a mantener los altos precios del petróleo al expandir su capacidad de producción. Dado el efecto retardado entre exploración y producción, fue que a principios de 1980 este aumento de la producción tomo importancia. Debido a esto la participación de mercado de la OPEP cayó de un 53% en 1973 a un 43% en 1980 y a un 28% en 1985<sup>14</sup>. En 1986, como consecuencia directa del cambio de política de Arabia Saudita

---

<sup>14</sup> Vid.: Almoguera, Pedro A., Christopher C. Douglas, and Ana María Herrera. (2011). “Testing for the Cartel in OPEC: Noncooperative Collusion or Just Noncooperative?” *Oxford Review of Economic Policy* 27(1): PP 144–68.

## “Crisis energéticas”

de restringir su producción, el precio del petróleo volvió a presentar una caída de más de Dls. 10 por barril.

La invasión de Kuwait en agosto de 1990, seguida por la guerra del Golfo Pérsico ocasionó de nuevo un incremento del precio del petróleo. Sin embargo, a pesar de que estos conflictos armados jugaron un papel importante en este aumento de precios, no se debe descartar que también la gran demanda de inventarios en anticipación a un posible ataque a los campos de Arabia Saudita tuvo un rol relevante. Solamente cuando las fuerzas de coalición habían asegurado el territorio de Arabia Saudita el mercado volvió al equilibrio y el precio cayó rápidamente junto con la demanda de inventarios.

Para diciembre de 1998 el precio del West Texas Intermediate (WTI) tuvo su mínimo histórico en Dls. 11 dólares por barril, cuando dos años antes se encontraba a Dls. 25. Esta caída está asociada con una reducción de la demanda causada por la crisis financiera asiática de mediados de 1997, que fue seguida de otras crisis económicas en países como Rusia, Brasil y Argentina. La recuperación en los precios comenzó en 1999 y refleja una combinación de factores que incluían una alta demanda de materias primas, recortes en la producción de petróleo de ciertos países y un incremento de la demanda de inventarios en anticipación a la tendencia alcista de los mercados energéticos.

Esta recuperación fue seguida por dos interrupciones en la producción de petróleo a finales del año 2002 y principios del 2003, que en combinación se asimilaban a la sucedida en 1970. Una de ellas fue la estrepitosa caída de la producción venezolana causada por el conflicto civil originado por el golpe de estado de Chávez; la otra fue la interrupción de la producción asociada con la guerra de Irak del 2003.

### **Periodo 2003-2008 y la crisis financiera global**

La más impresionante alza en los precios del petróleo desde 1979 inició a mediados del año 2003 y terminó a mediados del año 2008, cuando el precio del crudo de referencia West Texas Intermediate (WTI) se elevó de Dls. 28 a Dls. 134 por barril. Existe un

## “Crisis energéticas”

acuerdo entre los investigadores<sup>15</sup> de que esta alza de precio no fue causada por interrupciones en la producción, más bien por una serie de incrementos pequeños individuales en la demanda a lo largo de los años. Estos cambios fueron asociados con una inesperada expansión de la economía global, principalmente en los mercados emergentes asiáticos.

Una visión alternativa<sup>16</sup> de este evento indica que el incremento en los precios puede ser explicado como resultado de las posiciones especulativas tomadas por operadores financieros en los mercados de futuros. Sin embargo, no existe evidencia contundente que soporte esta hipótesis.

La crisis financiera del 2008 ilustra los efectos que tiene una estrepitosa caída de la demanda de materias primas en los precios de las mismas. En el caso del petróleo, de Dls. 134 por barril que costaba en junio de 2008 cayó a Dls. 39 por barril en febrero del 2009, es decir, en menos de 10 meses. A mediados del 2009 cuando los indicios de un colapso financiero total se empezaron a despejar, la demanda de petróleo recupero los niveles que existían en 2007 y el precio se estabilizo cerca de los Dls. 100 por barril.

Durante el período comprendido entre el año 2010 y principios del 2014 ha existido una volatilidad relativamente pequeña en el precio del petróleo en comparación con las anteriores, debido a eventos como la insurrección en Libia en 2011 o la tensión política en Irán en 2012 por citar algunos. Un evento adicional surgido a mediados de 2011 fue la cada vez más notable separación entre los precios de referencia para el West Texas Intermediate (WTI) y el Brent. El primero de ellos empezó a comercializarse por debajo de su precio original, lo cual reflejaba una abundancia de petróleo ligero impulsado por el incremento de la producción de shale en el centro de Estados Unidos de América;

---

<sup>15</sup> Vid.: Baumeister, Christiane, and Gert Peersman. (2013). “*The Role of Time-Varying Price Elasticities in Accounting for Volatility Changes in the Crude Oil Market.*” *Journal of Applied Econometrics* 28(7): PP 1087–1109.

<sup>16</sup> Vid.: Alquist, Ron, and Lutz Kilian. (2010). “*What Do We Learn from the Price of Crude Oil Futures?*” *Journal of Applied Econometrics* 25(4): PP 539–73.



## “Crisis energéticas”

debido a esto no pudo ser considerado más como referencia para los mercados globales de energéticos y fue así que el Brent tomó su lugar como referente del precio de petróleo en años recientes. Seguido de un periodo de relativa estabilidad de los precios, entre junio de 2014 y enero de 2015 el precio del Brent cayó de Dls.112 a Dls. 47 por barril.

Algunos investigadores<sup>17</sup> concluyeron que alrededor de Dls. 11 de esta caída en el precio estaba asociada con una caída en la actividad económica real y que fue predecible a partir de mayo del año 2014, lo cual pudo comprobarse al observar la tendencia negativa en otras materias primas. El porcentaje restante fue debido principalmente al aumento de la producción en Estados Unidos de América (Fig. 4), pero también de otros países como Canadá y Rusia.

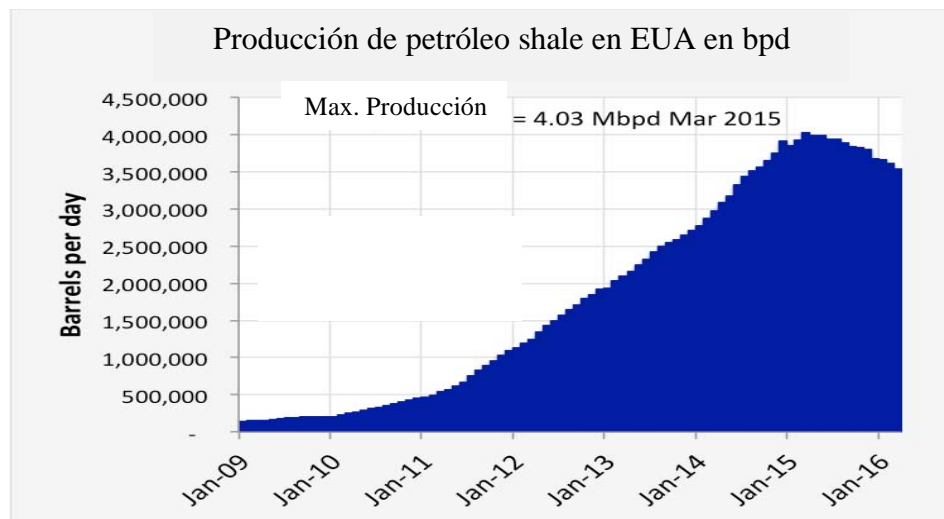


Figura 4-Producción de petróleo shale en EUA, 2009 - 2016 en Mbbls por día (fuente: US Energy Information Administration)

---

<sup>17</sup> Vid.: Baumeister, Christiane, and Lutz Kilian. (2014). “What Central Bankers Need to Know about Forecasting Oil Prices.” *International Economic Review* 55(3): PP 869–89.

## **Crisis energéticas y su relación con México en los últimos 50 años**

La segunda mitad del siglo XX, comenzando en la década de 1970, estuvo marcada por la crisis petrolera internacional. Los elevados precios de los hidrocarburos motivaron que las economías desarrolladas y los grandes consumidores se pusieran como objetivo buscar mayor eficiencia en su consumo de energía y explorar fuentes alternativas. La industria petrolera desempeñó un papel relevante en el orden económico y político de México, transformándose, adaptándose y reorganizándose para poder enfrentar las cambiantes condiciones del mercado petrolero mundial.

A inicios de la década de los setenta, México presentó un déficit productivo. En 1965 se dejó de exportar petróleo, por la prioridad de abastecer al mercado interno, asimismo se suspendieron las importaciones de productos derivados; y se buscó incrementar las reservas. La posición de México en el mercado internacional y los cambios económicos mundiales, que dejaban entrever una recesión mundial, obligó al gobierno, en el periodo 1971-1973, a reconocer la existencia de fuertes rezagos en la economía: retraso en la producción de varias ramas económicas, el deterioro del sector agrícola y un debilitamiento de la inversión privada, entre otros<sup>18</sup>; situación que obligó a replantear la política económica y preparó el camino para el desarrollo de la industria petrolera. La crisis energética de 1973-1974, reforzó el impulso a las labores de exploración en el sureste de México, iniciadas a principios de 1972. Ello desembocó en la autosuficiencia productiva y el reinicio de las exportaciones de petróleo a partir de 1974.

En el período 1970-1976, el país pasó de un déficit productivo a la autosuficiencia nacional en la producción de crudo. Situación que se constata en las tasas de crecimiento (Tabla 3) en las que se observa una tasa negativa de -0.4% en 1971, llegando a 27.3% en 1974. El papel que jugó Petróleos Mexicanos (PEMEX) permitió superar los desajustes entre la exploración y la explotación reforzando su cuestionada integración vertical y, además, comenzó a incursionar en el mercado internacional de crudo bajo condiciones de precio y de demanda que le eran favorables. De esta manera, en el

---

<sup>18</sup> Vid.: Gutierrez, Roberto R. (1987). “Precios del petróleo, deuda externa y crisis: la trascendencia del manejo de los instrumentos de política económica” El Colegio de México; 4(108): PP 523-542.

## “Crisis energéticas”

periodo de 1970 a 1980 la producción de petróleo registró una tasa de crecimiento media anual de 16.3%.

**México: Producción Mundial y Nacional de Petróleo Crudo**  
(millones de barriles)

Año	C r u d o				Participación %
	Mundial		Nacional*		
	1	(variación porcentual anual)	2	(variación porcentual anual)	
1970	16,666.0	-	156.6	-	0.9
1971	17,470.0	4.8	155.9	-0.4	0.9
1972	18,137.0	3.8	161.4	3.5	0.9
1973	20,049.0	10.5	164.9	2.2	0.8
1974	20,513.0	2.3	209.9	27.3	1.0
1975	19,659.0	-4.2	261.6	24.6	1.3
1976	20,979.0	6.7	293.1	12.0	1.4
1977	21,720.0	3.5	358.0	22.1	1.6
1978	21,884.0	0.8	442.6	23.6	2.0
1979	22,846.0	4.4	536.6	21.2	2.3
1980	21,797.3	-4.6	706.6	31.7	3.2
1981	20,445.0	-6.2	843.9	19.4	4.1
1982	19,354.0	-5.3	1,002.4	18.8	5.2
1983	19,365.0	0.1	972.9	-2.9	5.0
1984	19,762.9	2.1	979.8	0.7	5.0
1985	19,490.0	-1.4	960.1	-2.0	4.9
1986	20,408.0	4.7	886.1	-7.7	4.3
1987	20,366.0	-0.2	927.3	4.7	4.6
1988	21,082.3	3.5	914.9	-1.3	4.3
1989	21,664.0	2.8	917.4	0.3	4.2
1990	22,063.0	1.8	930.0	1.4	4.2

*Tabla 3- Producción de petróleo y condensados de México, periodo 1970-1990 (fuente: SHCP)*

De 1982 a 1985, la OPEP hizo grandes esfuerzos por tratar de atemperar la caída drástica de los precios y, finalmente, a través del sistema de cuotas, logró estabilizar el mercado. Sin embargo, los miembros rompían en repetidas ocasiones sus compromisos de cuotas a fin de obtener mayores recursos. El resultado fue que el precio del barril se desplomó de más de Dls. 30 por barril, a alrededor de Dls. 13 para el caso de la mezcla mexicana. La liquidez desapareció. Las tasas de interés se convirtieron en una de las cargas más pesadas para los países que habían solicitado créditos. Sobrevinieron la crisis por endeudamiento y en particular México y América Latina vivieron una década de recesión y miseria, la llamada “Década Perdida”<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Vid.: Gutiérrez, Roberto R. (1987). “Precios del petróleo, deuda externa y crisis: la trascendencia del manejo de los instrumentos de política económica” El Colegio de México; 4(108): PP 523-542.

## “Crisis energéticas”

La reducción de precios del petróleo y el alto servicio de la deuda externa, explican casi totalmente el proceso recesivo que vivió el país a partir de 1982. La industria petrolera, en la que también se incluye la petroquímica básica representaba cerca del 5% del Producto Interno Bruto, lo que la convertía en la actividad industrial más importante del país y a Pemex en su empresa más grande. Las contribuciones de Pemex al gobierno federal ascendían al 50% de los ingresos fiscales de la nación. Los encadenamientos de esta actividad eran enormes y prácticamente afectaban a todos los sectores productivos tanto por la energía que consumían, como por el uso de sus materias primas.

Otra caída drástica fue la presentada entre finales de 1985 y principios de 1986, cuando el precio del WTI cayó de Dls. 28 por barril a Dls.14, lo que significó una caída de 48%; situación que se reflejó en el precio de la mezcla mexicana de exportación que cayó de Dls. 25 a Dls. 12 por barril en el mismo periodo, una caída de más del 50% en términos nominales. México quedó a merced del mercado petrolero, ya que bajo una economía petrolizada se encontraba con varios problemas:

- Finanzas públicas dependientes de los ingresos petroleros.
- Desequilibrios básicos en las cuentas externas, soportados por las divisas generadas por el petróleo.
- Consumo energético subordinado en un muy alto porcentaje a los hidrocarburos.
- Creciente endeudamiento externo, a tasas variables y altamente volátiles.
- Sector industrial poco competitivo y soportado por el mercado interno, que un periodo contó con capacidad de compra, pero que después dejó de generar demanda.

A principios de los noventa, con el retiro gradual pero constante del crudo soviético de los mercados petroleros internacionales, se creó un vacío en la oferta internacional, el cual fue llenado inmediatamente por los crudos de otros países como México, Venezuela y Arabia Saudita; esta rápida reacción por parte de algunos países productores evitó de nueva cuenta, como en los años setenta, una crisis de mayores consecuencias para la economía mundial.

## “Crisis energéticas”

En esta década, el mercado estuvo controlado nuevamente por los consumidores. El precio se mantuvo errático, pero consistentemente bajo. Algunos acontecimientos atenuaron el proceso, como fue el caso de la Guerra del Golfo y algunos acuerdos de la OPEP para reducir cuotas. Pero ninguna acción dio continuidad a los acuerdos de productores.

Por otra parte, a partir de la crisis de 1997-1998 el mercado petrolero experimentó una transformación estructural en cuanto a los movimientos y flujos tradicionales de petróleo: por un lado, tendían a disminuir el flujo de producción de Medio Oriente hacia Europa y América, a estabilizar los flujos del Mar del Norte y de África hacia Estados Unidos de América y a incrementar los envíos de petróleo de América Latina y Canadá también a los Estados Unidos de América, y del Golfo Pérsico a Medio Oriente. En este sentido, la participación de México en el mercado petrolero afectó de manera significativa la evolución de los precios, sobre todo por el creciente volumen de crudo que se exportaba a Estados Unidos y que convirtió al país en el proveedor más importante para Estados Unidos de América, sobrepasando a los tradicionales abastecedores de crudo de ese país como Arabia Saudita y Venezuela.

En el año 2000 se registraron alzas significativas, al promediar un valor ligeramente superior a Dls. 30 por barril. La tendencia alcista se afirmó durante el sexenio 2003-2008, el período más largo de crecimiento sostenido de los precios del petróleo, los cuales se cuadruplicaron. El equilibrio macroeconómico de México se explica en buena medida por los ingresos extraordinarios en divisas en el periodo 2001–2006. Las exportaciones del petróleo tuvieron un flujo adicional de 70 mil millones de dólares<sup>20</sup>.

Durante dicho período se superaron muchas marcas históricas, hasta que en 2008 el precio del petróleo rebasó por primera vez los Dls. 100 por barril. A pesar de haber empezado a ceder a partir del mes de agosto de 2008, los precios del petróleo

---

<sup>20</sup> Vid.: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2001). “Evolución y Perspectiva del Sector Energético en México” Cámara de Diputados; Presentación.

## “Crisis energéticas”

sobrepasaron, por primera vez, su máximo valor histórico registrado durante el shock petrolero de 1980.

En el segundo semestre del 2008, se desencadenó la más grave crisis financiera y económica desde la Gran Depresión, a medida que el mercado hipotecario de Estados Unidos de América fue colapsando y grandes instituciones financieras como los bancos de inversión se declaraban en quiebra. Esta crisis generó una gran volatilidad en los mercados de valores, en los precios de las materias primas y en los tipos de cambio; el precio del petróleo cayó fuertemente desde mediados del 2008 y los precios de la mayoría de las materias primas siguieron la misma dirección con la consecuente baja en los ingresos de los países exportadores de estos bienes, como en el caso de México donde el precio del barril de petróleo cayó de Dls. 132 por barril el 14 de julio de 2008 a Dls. 33 el 29 de diciembre de ese mismo año.

Durante el periodo 2011-2014 el precio del petróleo mantuvo una baja volatilidad en un rango cercano a los Dls. 100 por barril. Sin embargo, durante este mismo periodo Estados Unidos de América comenzó a explotar sus yacimientos de shale de forma masiva, ocasionando que los volúmenes de inventarios fueran aumentando debido al exceso de producción mundial, por lo que a mediados del 2014 el precio del petróleo nuevamente presentó una fuerte caída llegando a un mínimo histórico el 19 de enero de 2016 de Dls. 20 por barril (Fig.5).

## “Crisis energéticas”

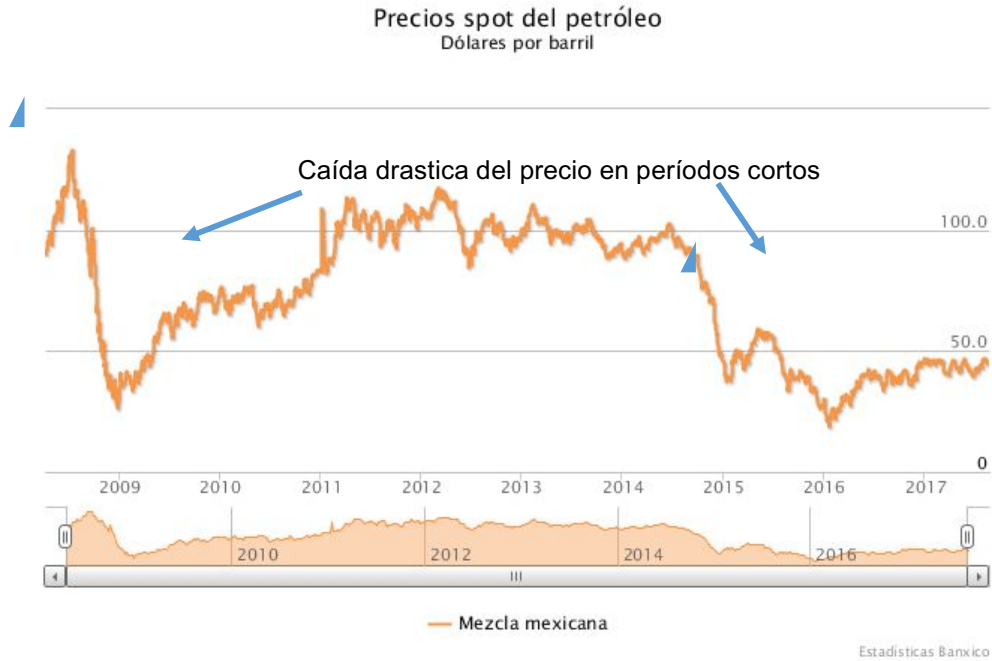


Figura 5-Precio del barril de petróleo mexicano de exportación, periodo 2008-2017 (fuente: Banxico)

Lo que aunado a una disminución en la producción nacional de poco más de medio millón de barriles durante el sexenio 2010-2016 (Fig.6), tuvo importantes consecuencias para la economía nacional.



Figura 6-Producción de petróleo en México, periodo 2009-2017 (fuente: CNH)

## “Crisis energéticas”

Con esta revisión de las crisis energéticas globales y el impacto que han tenido en México se da por culminada esta breve introducción y se fija el contexto histórico pertinente a esta investigación.



## Capítulo 2: Entorno Económico y Financiero

### Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) como indicador principal de la bolsa de valores.

#### Breve Reseña Historica del IPC

El mercado de valores mexicano comienza a consolidarse, gracias, en parte, a que el gobierno trabajo en el establecimiento de un marco jurídico. En 1969, la bolsa había elaborado un anteproyecto de Ley de Bolsas y Mercados de Valores que buscaba la formación de un fondo para el fomento de valores<sup>21</sup>, así como la creación de incentivos fiscales para aquellas empresas que distribuyeran sus acciones entre el público.

En la decada de 1970 el gobierno del presidente Luis Echeverría Alvarez comienza a reorientar la política financiera, los objetivos primordiales eran reducir el gasto público y el ritmo de endeudamiento, para que los efectos inflacionarios mundiales no impactaran de lleno en el país.

Con el cambio de sexenio (1970) el proyecto se pospuso, sin embargo, ante la creciente necesidad de alternativas de financiamiento y debido a que el crédito bancario se encontraba saturado, volvió a retomarse en 1973. En 1975 se crea la Ley del Mercado de Valores la cual buscaba: “Regular, en los términos de la misma, la oferta pública de valores, la intermediación en el mercado de éstos, las actividades de las personas que en él intervienen, el Registro Nacional de Valores e Intermediarios y las autoridades competentes en materia de mercado de valores”, según lo establecido en el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) de enero de ese mismo año.

Entre sus principales objetivos se encontraba el de dotar al mercado de valores de los mecanismos necesarios para conocer con facilidad las características de los títulos, así

---

<sup>21</sup> Vid.: (10 de Julio de 2018). Recuperado de <http://www.bmv.com.mx/es/grupo-bmv/acerca-de>

como los términos de la oferta, demanda y operación; dar a las transacciones liquidez, seguridad, economía y expedición.

Luego de la entrada en vigor de esta ley, cambia su denominación a Bolsa Mexicana de Valores y en ella, además, se incorporan las bolsas que operaban en Guadalajara y Monterrey. Es en este contexto donde las empresas que poseían sustento económico comenzaron a desarrollar un mercado de capitales. Asimismo, los emisores estaban obligados a proporcionar información pública y sólo se podían realizar transacciones bursátiles con valores inscritos en el registro nacional de valores. La inestabilidad de la economía y la depreciación del peso ocurrida en 1976 comienzan a superarse, tanto por la detención del proceso de dolarización, como por el auge petrolero y el flujo de excedentes monetarios que éste trajo.

Por lo que, en 1978, se establece el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) como el principal indicador del rendimiento que tienen las acciones en el mercado mexicano. Cabe recordar que entre 1900 y 1957, era conocido como Promedio de Hechos; posteriormente, entre 1958 y 1965 se le nombró Promedio de Cotizaciones de Acciones y es en 1978 cuando finalmente se establece como IPC<sup>22</sup>.

### **Proceso de Construcción del Índice**

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) al ser el principal indicador de la Bolsa Mexicana de Valores, expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones de precios de una muestra balanceada, ponderada y representativa del conjunto de acciones cotizadas en la Bolsa<sup>23</sup>. Este indicador, aplicado en su actual estructura desde 1978, expresa el comportamiento del mercado accionario mexicano y su dinamismo operativo.

---

<sup>22</sup> Vid.: Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, (2015). “*El Mercado de Valores en México*” Cámara de Diputados; Presentación.

<sup>23</sup> *Ídem.*:

Por lo anterior, el IPC constituye un fiel indicador de las fluctuaciones del mercado accionario considerando dos conceptos fundamentales:

- La representatividad de la muestra en términos de la dinámica operativa del mercado, la cual es asegurada mediante la selección de las emisoras líderes en este rubro.
- La estructura del cálculo incorpora el valor de capitalización de las emisoras, el cual actúa como ponderador y determina la contribución que cada una de las series accionarias tiene dentro de la muestra del IPC.

La ponderación es realizada con el valor total de capitalización de cada serie accionaria, el cual otorga a cada una de ellas el valor de contribución que tendrán dentro de la muestra, de acuerdo con el tamaño de éstas. En los casos de emisoras tenedoras y subsidiarias, el número de acciones que se utilizará para determinar el valor de capitalización será de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- 1) En las series accionarias de las emisoras tenedora, se considerará el número total de acciones que tienen inscritas en la BMV.
- 2) En las series accionarias la emisora subsidiaria, se considerará el resultado de restar el número de acciones que tienen inscritas en la BMV al número de acciones que ya detenta la emisora tenedora.

Criterios de Selección:

- a) Bursatilidad (alta y media): Con este indicador se asegura que las empresas sean las de mayor negociación en la BMV.
- b) Valor de Capitalización: Este criterio busca que las empresas consideradas, sean significativas en su ponderación y distribución en la muestra.
- c) Restricciones Adicionales: Con las medidas establecidas para tener condiciones claras en el mantenimiento y selección de series accionarias para la muestra.

## “Entorno Económico y Financiero”

El tamaño de la muestra está compuesto por el número de series accionarias que conforman la muestra IPC, que es de 35, pudiendo variar por eventos corporativos (Tabla 4). La periodicidad de la revisión de la muestra se lleva a cabo en forma semestral, considerando que la muestra se mantendrá estable durante este periodo.

No.	Emisora	Serie	Acciones en el índice	%
1	AC	*	441,070,789	1.96
2	ALFA	A	3,560,445,000	3.20
3	ALPEK	A	423,327,450	0.32
4	ALSEA	*	500,967,059	1.12
5	AMX	L	24,500,233,349	12.24
6	ASUR	B	207,787,500	2.55
7	BIMBO	A	1,175,800,000	1.69
8	BOLSA	A	415,092,303	0.44
9	CEMEX	CPO	14,565,082,738	7.50
10	ELEKTRA	*	70,014,560	1.79
11	FEMSA	UBD	2,161,177,770	12.67
12	GAP	B	405,322,500	2.52
13	GCARSO	A1	452,548,717	1.19
14	GENTERA	*	983,237,236	0.98
15	GFINBUR	O	1,655,475,000	1.71
16	GFNORTE	O	2,496,356,607	8.95
17	GFREGIO	O	98,379,399	0.34
18	GMEXICO	B	3,503,250,000	5.90
19	GRUMA	B	216,374,540	1.76
20	IENOVA	*	306,804,762	0.89
21	KIMBER	A	1,443,994,806	1.78
22	KOF	L	525,208,065	2.63
23	LAB	B	681,676,691	0.53
24	LALA	B	618,983,028	0.65
25	LIVEPOL	C-1	187,573,795	0.89
26	MEXCHEM	*	1,050,000,000	1.71
27	NEMAK	A	616,149,465	0.38
28	OHLMEX	*	779,483,371	0.54
29	OMA	B	285,517,429	0.96
30	PE&OLES	*	99,368,937	1.34
31	PINFRA	*	190,061,762	1.23
32	SANMEX	B	1,827,147,172	2.08
33	TLEVISA	CPO	2,445,199,226	7.36
34	VOLAR	A	877,856,219	0.71
35	WALMEX	*	5,238,420,789	7.47

*Tabla 4-Pesos oficiales de la muestra del IPC al 31 de diciembre de 2017 (fuente: Grupo BMV)*

El cálculo del IPC es con base al de octubre de 1978 y responde al criterio de selección de rotación diaria y del valor de capitalización ajustado por acciones flotantes. La Bolsa Mexicana de valores en abril del 2012 modificó la metodología de selección

contemplando las acciones con restricción de disponibilidad y estableciendo cinco filtros en el orden siguiente para las emisoras de la bolsa que conformen el indicador bursátil:

- 1) tiempo mínimo de operación continua
- 2) porcentaje de acciones flotantes mínimo
- 3) valor de capitalización flotado mínimo
- 4) mayor factor de rotación eligiendo sólo 45 emisoras
- 5) calificación conjunta sobre el factor de rotación (mediana mensual del importe operado en la Bolsa de los últimos 12 meses).

La formula para calcularlo es la siguiente:

$$I_t = I_{t-1} \left( \frac{\sum P_{it} \cdot Q_{it}}{\sum P_{it-1} \cdot Q_{it-1} \cdot F_{it}} \right)$$

Donde:

$I_t$  = Índice en tiempo t

$P_{it}$  = Precio de la emisora i el día t

$Q_{it}$  = Acciones de la emisora i el día t

$F_i$  = Factor de ajuste

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

Siendo de esta manera que quedan seleccionadas las 35 emisoras del IPC pudiendo ser sustituidas por otras emisoras de no cumplir con los requisitos de selección.

A pesar de las recesiones que han existido durante los últimos 15 años, el IPC aparentemente no ha resentido estos efectos tanto como en la crisis de las hipotecas subprime en 2008 y por el contrario continúa presentando máximos históricos en concordancia con los principales índices: Dow Jones, S&P500, Nasdaq (Fig. 7).

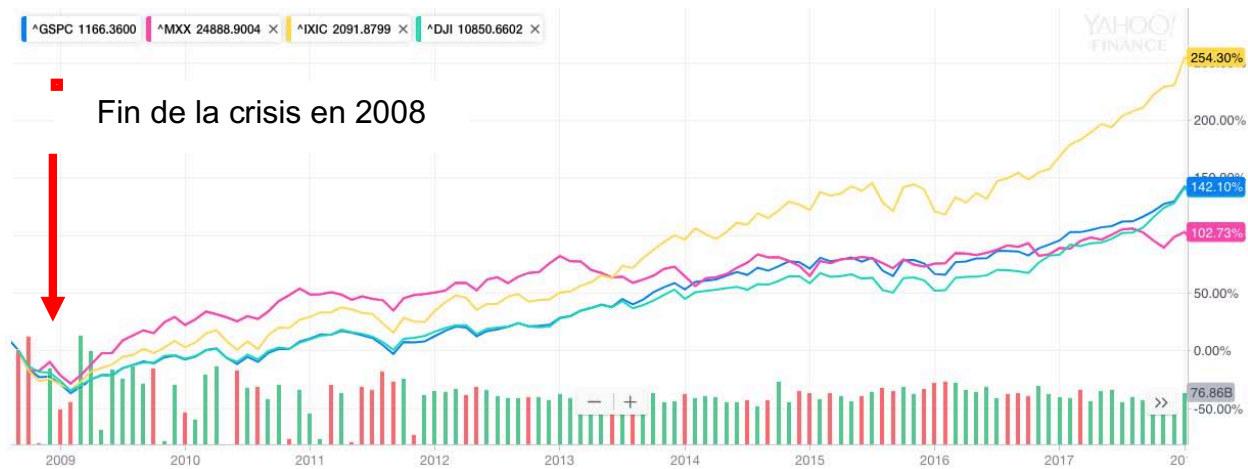


Figura 7-Comportamiento del IPC en el periodo 2009-2017 (fuente: Yahoo Finance)

## Ciclo Económico y sus etapas

### Definición de Ciclo Económico

Los mercados de valores son una parte imprescindible en el juego de los sistemas financieros. El financiamiento mediante crédito bancario ha perdido importancia ante el financiamiento bursátil<sup>24</sup>. La actividad bursátil, al igual que la actividad bancaria, se encuentra relacionada estrechamente con la actividad económica de un país, la cual tiende a expandirse en el tiempo. Sin embargo, esto no significa que crezca todo el tiempo, sino que muestra periodos de expansión y retracción, conocidos como ciclos económicos (*business cycles*). El comportamiento de estos ciclos es una de las principales tareas de la macroeconomía.

Lo ideal sería que la actividad económica de un país se extendiera a través del tiempo a un buen ritmo, de tal forma que se genere empleo suficiente para los que buscan nuevas oportunidades, pero sin crear presiones inflacionarias. El crecimiento económico produce una demanda de empleos, mientras que el aumento de la población genera una oferta

<sup>24</sup> Vid.: Trigueros, Ignacio. (2005). "El Sistema financiero mexicano", México: La hora del cambio, cal y arena.

laboral. En general, se busca que la economía crezca lo suficiente para tener una tasa baja de desempleo. Sin embargo, si el crecimiento es muy elevado, la demanda puede exceder la oferta laboral y el ajuste ocasiona presiones inflacionarias.

La inflación causa una merma en el poder adquisitivo, distorsiona el sistema de precios y hace más difícil la asignación eficiente de recursos dentro de la economía.

Lamentablemente, la actividad económica nunca crece al ritmo ideal, por lo menos por tiempo indefinido. Hay periodos de expansión que permiten una buena generación de empleos, pero después de cierto tiempo se empiezan a sentir presiones inflacionarias no deseadas; hay otros en los que la inflación va a la baja o se encuentra a un nivel deseable, pero puede ser que no haya suficiente generación de empleos. El gobierno busca el mejor ritmo económico posible que pueda maximizar la generación de empleos sin generar inflación.

Los ciclos económicos son los altibajos que experimenta la actividad económica a través del tiempo. Estas variaciones pueden resultar de los ajustes en la política económica interna o en los realizados en otros países, de una guerra, de fluctuaciones en los precios de las materias primas (principalmente petróleo) o por desequilibrios existentes en ciertos mercados.

Dado que el Producto Interno Bruto (PIB) es la mejor muestra de la actividad económica, se tiende a identificar al ciclo económico con incrementos y disminuciones en él. La identificación oportuna de las diferentes fases de un ciclo es importante para entender en que parte del ciclo nos encontramos.

La definición más citada del término ciclo económico nos dice que “...son fluctuaciones en la actividad económica agregada de países cuya economía está organizada en empresas de negocios. Un ciclo consiste en expansiones simultáneas en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones generales similares, contracciones y recuperaciones que se fusionan en una nueva etapa de expansión en un siguiente ciclo.

La duración de un ciclo varía de más de un año a periodos de diez o doce años y no son divisibles en ciclos más cortos de características similares.”<sup>25</sup>

No obstante, la definición clásica y original proviene de Wesley Mitchell en 1927. Él establece cuatro puntos clave:

1. Los ciclos económicos son fluctuaciones en la actividad económica agregada.
2. Un ciclo consiste en expansiones simultáneas en la mayoría de las actividades económicas, seguido de recesiones generalizadas de forma similar.
3. Esta secuencia de cambios es recurrente, aunque no periódica.
4. No son divisibles en ciclos más cortos de magnitud y carácter similares.

### **Etapas del Ciclo Económico**

El ciclo económico completo consiste en dos etapas principales: la de disminución (cuando la actividad económica se encuentra en una recesión) y la de crecimiento (que por su importancia se divide en dos fases). Los puntos sobresalientes de un ciclo son el máximo o pico, el cual representa el nivel más elevado, y el piso o valle, que es el mínimo o más bajo.

En principio, se podría utilizar cualquiera de ellos como el comienzo de un nuevo ciclo económico, sin embargo, la práctica común es designar el máximo como el de partida para uno nuevo, lo cual significa que la primera etapa de un ciclo es una recesión, que empieza en el momento en que la dirección general de un espectro amplio de indicadores económicos va hacia abajo y termina en el momento en que llega al punto más bajo.

La siguiente etapa, que es cuando la economía empieza a crecer, se conoce como recuperación y comienza en el momento en que concluye la recesión (punto más bajo

---

<sup>25</sup> Vid.: Burns, Arthur & Mitchell. (1946). “Measuring Business Cycles”. USA: Wesley and Sons.



del ciclo) y termina cuando se regresa al punto máximo anterior. A partir de ese instante inicia lo que propiamente se llama expansión. En un ciclo típico, esta fase es casi siempre la más prolongada, como es el caso de la mayoría de los países desarrollados (Fig. 9).

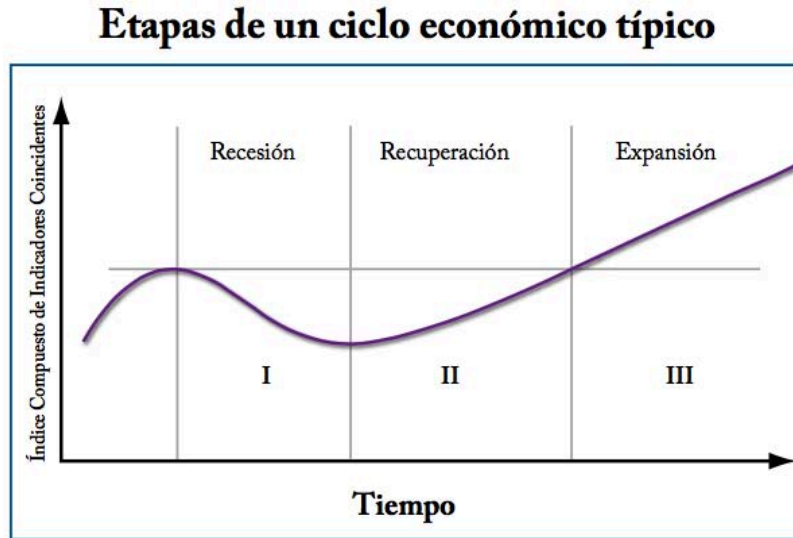


Figura 8-Esquema de un ciclo económico (fuente: “Lo que indican los indicadores”)

Sin embargo, el comportamiento del ciclo económico puede ser distinto al presentado en la gráfica anterior. Por ejemplo, si la caída en la actividad económica en una recesión llega a estar por debajo del punto mínimo de la anterior, se dice que la recesión entra a una nueva etapa que se denomina contracción (Fig. 10). En cierta forma, podemos decir que la recuperación es la contrapartida de la recesión, mientras que la expansión es la de la contracción. No obstante, no es muy usual experimentar una contracción. En Estados Unidos no ha existido una desde la Gran Depresión de la década de los 30 del siglo pasado. En cambio, en México sí hemos llegado a experimentar varias.

En resumen, las causas y duraciones de los ciclos son múltiples y cambiantes. Nadie sabe exactamente cuando llegara una nueva recesión o la profunda que será; sin embargo, es posible enlistar algunas de las causas que suelen desencadenar una recesión cíclica:

- Acontecimientos excepcionales imprevisibles, tanto en sus aspectos concretos como en el momento preciso en que inicia, tales como crisis petrolíferas, conflictos bélicos, crisis derivadas del impago de la deuda e inclusive cambios geográficos y políticos que impliquen un nuevo orden internacional.
- Las expectativas explican en gran medida la dirección en que se mueve la economía, si son positivas traen consigo crecimiento, empleo e inversión. Caso contrario, se reduce la tasa de creación de empleo y de crecimiento de la economía.

### **Etapas de un ciclo económico con contracción**

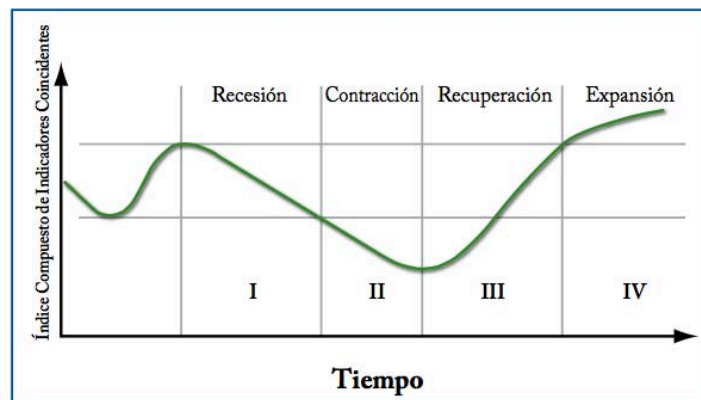


Figura 9-Esquema de un ciclo económico con contracción (fuente: “Lo que indican los indicadores”)

Otro posible patrón de comportamiento se puede observar en la Fig 11, el cual consiste en la existencia de una recesión doble. Ocurre cuando la etapa de recuperación no alcanza a convertirse en una expansión antes de presentarse una nueva recesión.

## Etapas de un ciclo económico con doble declive

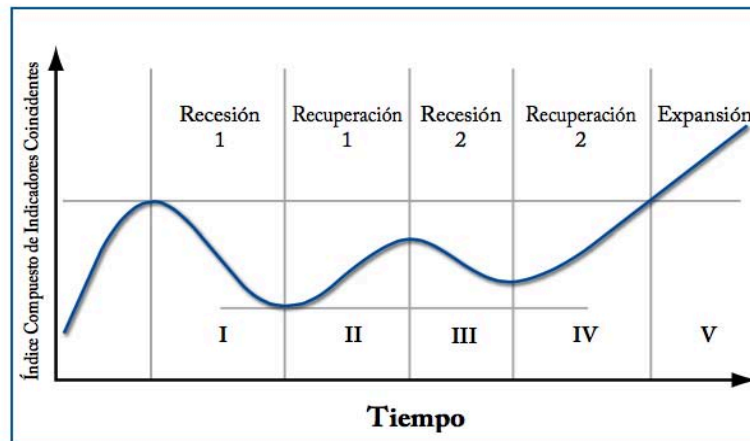


Figura 10 -Esquema de un ciclo económico con doble declive (fuente: “Lo que indican los indicadores”)

## Ciclo Bursátil y sus etapas

### Definición de Ciclo Bursátil

La actividad económica que se desarrolla en los mercados financieros, esta enmarcada en un contexto globalizado y continuo. Por lo que para lograr una mejor comprensión del funcionamiento y las mutuas influencias que se generan entre los factores económicos y monetarios que afectan las actividades en las bolsas de valores dependiendo de la etapa del ciclo económico en que nos encontremos, es necesario exponer de forma breve que los ciclos económicos y bursátiles se encuentran interconectados, ambos con etapas muy semejantes, de manera que la bolsa mantiene cierto adelanto respecto a la economía en cuanto al análisis cíclico se refiere y que gracias a este comportamiento es posible predecir las tendencias futuras.

No cabe duda que la coyuntura económica tiene gran influencia en la bolsa dado que define el marco en el que se desarrolla la compraventa de valores y está directamente condicionada por las políticas macroeconómicas. Estas políticas persiguen determinados objetivos como el control de la inflación, la reducción de los niveles de desempleo y tasas de crecimiento económico adecuadas. Es por medio del control de la oferta monetaria que se aumentan o disminuyen las posibilidades de crecimiento económico. La evolución

del tipo de interés determina una aceleración, en el caso de bajadas, o una desaceleración, en caso contrario, de la actividad económica.

Dado que la renta fija y los depósitos bancarios son competidores naturales de la renta variable, cuando se producen aumentos en el tipo de interés, las preferencias de los ahorradores se inclinan hacia los primeros en detrimento de las acciones, ocasionando de este modo caídas en la bolsa.

Efectivamente, el ciclo bursátil tiene una considerable anticipación sobre el ciclo económico, que varía dependiendo del grado de desarrollo de la bolsa en cuestión, pero que puede fijarse en un periodo de 6 a 12 meses.

Joseph Schumpeter<sup>26</sup> estudio y describió los movimientos cíclicos de la economía, los tipos de interés y los precios en los mercados bursátiles. Gradualmente llegó a la conclusión de que había tres ciclos imperantes, a los que denominó Juglar, Kitchin y Kondratieff. A su vez, busco una explicación a la rápida reacción del mercado bursátil y su razonamiento se basa en la flexibilidad de los mercados de valores, en contra de la fricción a que está sometida la industria, es decir, que muchas empresas de diferentes industrias, a pesar de que las perspectivas comienzan a mejorar, están tan debilitadas por la crisis anterior que se quedan a la mitad del camino y se vienen abajo antes de relanzar su actividad de forma permanente.

### **Etapas del Ciclo Bursátil**

Al igual que los ciclos económicos, los ciclos bursátiles pueden ser divididos en etapas<sup>27</sup>:

- a) **Etapa 1: De alza por aumento de liquidez.** La economía se encuentra en el peor momento del ciclo económico y los beneficios de las sociedades son muy bajos o incluso entran en pérdidas. Las instituciones financieras (bancos, cajas de ahorro,

---

<sup>26</sup> Vid.: Fels, Rendigs; Schumpeter, A. Joseph. (1964). " *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*", USA: Porcupine Press.

<sup>27</sup> Vid.: Álvarez González, Alfonso. (2005). " *Análisis bursátil con fines especulativos: un enfoque técnico moderno*", México: Editorial Limusa.

fondos de pensiones, etc) se percatan de que se ha llegado al fondo de la crisis y por lo tanto, comienzan a comprar todas las acciones cuando la cotización cae por debajo de un determinado nivel. Una de las señales para identificar esta etapa es la disminución de los tipos de interés, originada por las políticas monetarias expansivas que forma parte de las medidas de reactivación emprendidas por la autoridad económica. La caída de los tipos de interés reduce la rentabilidad de la renta fija y esto propicia que el dinero de los inversionistas se dirija a la renta variable. Como las instituciones financieras y los grandes inversores llevan tiempo acumulando títulos, Las cotizaciones experimentan un alza rápida y sustanciosa, condicionada a una mayor liquidez del sistema financiero. Lo destacable en esta etapa es el hecho de que esta alza se ha producido a pesar de que el estado financiero de muchas empresas continúa en niveles muy bajos.

- b) **Etapa 2: Alza por motivos fundamentales.** Es el alza debida a la mejora en las cifras de los negocios. Las expectativas son buenas y se cree que la economía está saliendo de la crisis. La inflación y los tipos de interés continúan bajos. Una masa creciente de dinero se dirige al mercado de renta variable, provocando un alza sostenida y generalizada de las cotizaciones. Los valores que más se elevan en esta etapa, son los de alta jerarquía, que a su vez ejercen un efecto cascada sobre los demás valores. El final de esta etapa coincide con el principio de la tercera etapa del ciclo económico. Esta es la única etapa en la que ambos ciclos guardan relativo paralelismo, en el sentido de que tanto la economía como los mercados se encuentra en recuperación y para reafirmarlo muchas empresas deciden hacerse públicas en este periodo por medio de las ofertas públicas iniciales (OPI's).
- c) **Etapa 3: Realización de beneficios.** La economía del país está aún dentro de la fase de expansión económica. La mayoría de las empresas están a plena capacidad y la economía en términos generales marcha bien. No obstante, la inflación comienza a mostrarse como un peligro creciente. La bolsa lleva un largo período subiendo, en el cual, gran parte de la población ya ha invertido en ella.

Pero, para que la mayoría pueda comprar alguien tiene que vender, es decir, que la demanda del pequeño inversionista es satisfecha por los grandes inversores, los que a su vez anticipando el declive económico han decidido vender caros los títulos que adquirieron tiempo atrás a un precio muy bajo. Un síntoma claro que caracteriza esta etapa es la actuación de los grandes bancos, que normalmente mantienen considerables participaciones en compañías públicas y qué, venderán un porcentaje de estas acciones antes de la caída que ellos mismos anticipan.

- d) **Etapa 4: Alza especulativa.** Cuando el dinero que entró en la bolsa empieza a salir y el mercado lleva ya un tiempo oscilando bruscamente sin una tendencia definida, es cuando empiezan a producirse ventas masivas. La mayoría del público inversionista lo considera una bajada transitoria que hace el mercado antes de recuperar su antigua tendencia alcista. Los pequeños inversionistas continúan comprando, pero al final de la expansión los títulos grandes son muy caros, de ahí que decidan comprar valores especulativos con poca solidez. En el comienzo de esta etapa, es donde se produce la mayor volatilidad en las cotizaciones debido a que los inversionistas estan dispuestos a pagar cualquier precio, sin considerar la etapa del ciclo en que se encuentran, ni otros factores como la creciente inflacion o la escasa rentabilidad del valor de sus acciones. Finalmente, los precios continúan bajando hasta llegar al mínimo posible ocasionando que los últimos inversionistas decidan vender sus posiciones con pérdidas, sin darse cuenta de que la recesión está a punto de concluir y por lo tanto la recuperación está por llegar. Justo en ese momento los grandes inversores comienzan a comprar, aprovechando el bajo precio al que cotizan las acciones y anticipando el inicio de un nuevo ciclo bursátil.

### CICLOS SECTORIALES DENTRO DE LOS CICLOS ECONÓMICOS Y BURSÁTILES

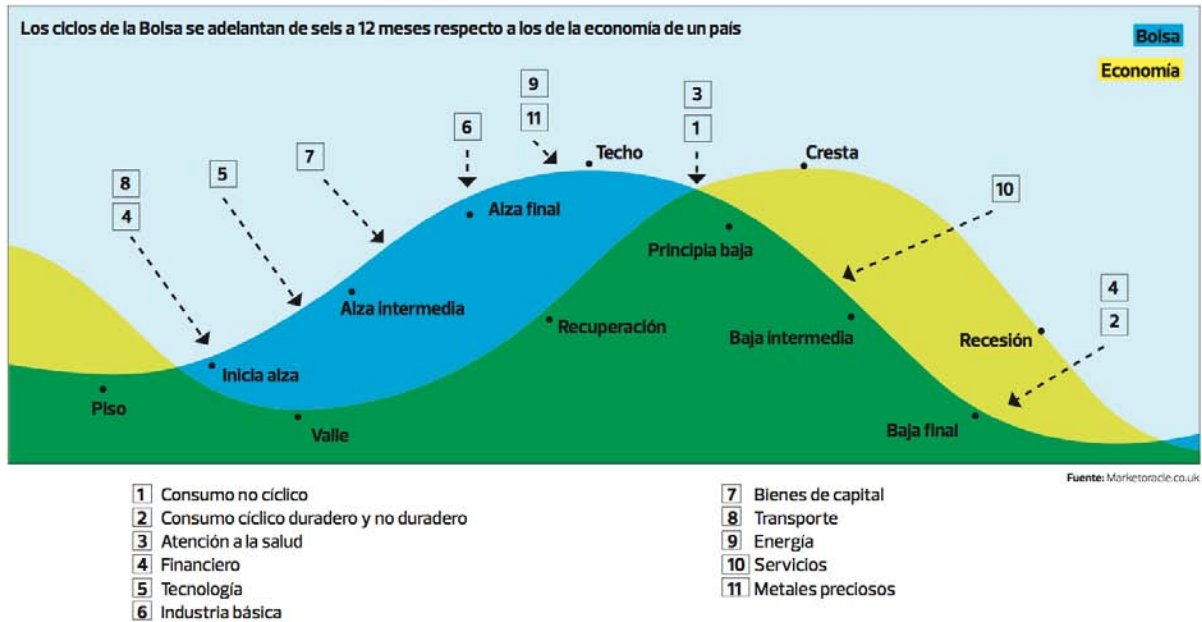


Figura 11-Comparativa entre los ciclos económico y bursátil con indicadores de los sectores afectados en cada etapa  
(fuente: [www.marketoracle.co.uk](http://www.marketoracle.co.uk))

## Ciclos Económicos en México

La National Bureau of Economic Research (NBER) de Estados Unidos de América es la primera institución en encargarse de manera oficial de investigar y analizar los ciclos económicos.<sup>28</sup> Publicando numerosos estudios acerca de los ciclos económicos y también enunciando la primera definición formal de recesión: “Una caída significativa de la actividad económica que se extiende por toda la economía en su conjunto, que dura más que unos pocos meses y que sea normalmente visible en el PIB real, el ingreso real, el empleo, la producción industrial y en las ventas al menudeo y mayoreo”.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Fundada por Geoffrey Moore en 1920 en E.E.U.U.

<sup>29</sup> [www.nber.org/cycles/](http://www.nber.org/cycles/)

La NBER no define una recesión en términos de dos trimestres consecutivos de caída en el PIB real, aunque sí considera que el periodo mínimo necesario para definirla es de, por lo menos, seis meses y toma en cuenta indicadores mensuales para tener una mayor precisión en cuanto a las fechas de inicio y terminación de las distintas fases del ciclo económico.

Al explicar la terminología y conceptos de los ciclos económicos, queda claro que no deberían existir significados distintos en diferentes países y, mucho menos, más de una definición en nuestro país. Por esto, lo lógico sería aplicar la definición oficial de la NBER a los ciclos económicos en México. No obstante, podemos tener problemas de medición distintas, ya que las estadísticas e indicadores económicos no son los mismos en México que, en Estados Unidos, en especial en términos de series históricas.

En México, se cuenta con datos trimestrales del PIB a partir de 1980, los cuales se dieron a conocer por primera vez en 1988. Sin embargo, fue hasta finales de la década de los 90 cuando el INEGI empezó a divulgar datos ajustados por la estacionalidad, lo que permite realizar comparaciones con trimestres inmediatamente anteriores para ver si existen dos trimestres consecutivos de disminución en la actividad económica. Aunque existen algunos indicadores económicos de frecuencia mensual anteriores a la década de los 80, en realidad hasta mediados de esa década el INEGI empezó a generar la mayoría de los indicadores económicos relevantes, conocidos como indicadores de coyuntura. Por lo mismo, no es sino hasta principios de este siglo (con datos a partir de 1980), que se pueden definir, con cierta facilidad, las fechas de los ciclos económicos en México.

Los economistas Arthur Burns y Wesley Mitchell realizaron amplias investigaciones sobre ciclos económicos en la NBER. Su primer estudio de indicadores cíclicos fue publicado en 1936, en el que desarrollaron índices “compuestos” de diferentes indicadores con propiedades distintas. El más famoso es el índice adelantado, pues ayuda a pronosticar los cambios en el ciclo. Sin embargo, el coincidente es el que se utiliza como herramienta para ponerle fechas al ciclo económico.



México, al no contar con una organización equivalente a la NBER y mucho menos un comité de fechas de ciclos económicos, la determinación de las fechas es un poco más complicada y, definitivamente, más controversial.

Lo más cercano que hay a la definición clásica de la NBER es el índice compuesto de indicadores coincidentes que publica cada mes el INEGI desde el 2000 y cuya serie data de 1980. De acuerdo a esta base de datos, en México se tienen cuatro ciclos completos entre febrero de 1982 y enero del 2008. A partir de enero del 2008 empieza un nuevo ciclo que presenta una recesión en 2015 y que actualmente sigue en recuperación (Fig. 12).

No obstante, se debe recordar que las series ajustadas por estacionalidad no son totalmente estables, ya que al agregar nueva información a la serie es común observar pequeños cambios, en especial en las fechas más recientes. También, muchas variables son de carácter preliminar y, por lo mismo, pueden cambiar.



Figura 12-Ciclos económicos coincidentes y adelantados durante el período 1990-2017 (fuente: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx))

En el periodo de 1980 a 2010, México ha sufrido seis recesiones y Estados Unidos de América, cinco. Mientras que la duración promedio de las mexicanas es de 18.5 meses, la de Estados Unidos de América es de 11.2 meses. Las etapas de crecimiento (recuperación y expansión) en nuestro país duran en promedio 45.4 meses y en Estados Unidos de América, 71 meses<sup>30</sup>. En otras palabras, las recesiones mexicanas son más largas y las expansiones más cortas que las estadounidenses.

Se ha observado que cada recesión es diferente en cuanto a su profundidad y duración. También, se puede afirmar lo mismo en términos de sus causas, aunque es posible identificar algunos factores recurrentes. En los países desarrollados (como Estados Unidos de América), la mayoría de las recesiones han resultado de las políticas de la Reserva Federal, encaminadas a desacelerar el crecimiento económico para abatir presiones inflacionarias. En estas situaciones, es común observar que los inventarios de las empresas son excesivos, lo cual lleva a cortes en la producción. Asimismo, se ha observado que las naciones desarrolladas entran en recesión cuando estallan las burbujas en los precios de los activos o cuando enfrentan un incremento desorbitado en los precios de alguna materia prima fundamental, como el petróleo.

En los países menos desarrollados es más común observar una recesión como resultado de políticas económicas abiertamente equivocadas, como sostener una política cambiaria que conduce a la sobrevaluación de la moneda o mantener un déficit fiscal crónico sin fuentes adecuadas de financiamiento.

La primera recesión que experimentó México de 1980 a la fecha fue la de 1982-1983 a causa de errores muy marcados en la política económica. Los desequilibrios llevaron a una situación insostenible que culminó en una devaluación masiva, inflación creciente y una caída abrupta en la actividad económica. Hubo factores externos que profundizaron la recesión, como la caída en el precio del petróleo, pero difícilmente pudieron catalogarse como los factores principales.

---

<sup>30</sup> Vid.: Heath, Jonathan; “Lo que indican los indicadores”. 1ra Edición, INEGI, 2012.

La segunda recesión fue la de 1985-1986, producto de los continuos desequilibrios que existían a causa de una inflación elevada y constante, que persistía como consecuencia del déficit fiscal elevado. Al caer de nuevo el precio del petróleo, el gobierno enfrentó una disminución significativa en sus ingresos. En general, esta recesión fue provocada por la persistencia de los mismos desequilibrios que provocaron la anterior.

La siguiente fue la de 1992-1993, muy diferente a las dos anteriores. México estaba en negociaciones con Estados Unidos y Canadá para firmar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Sin embargo, su retraso o fracaso podía provocar de nuevo grandes desequilibrios. El déficit de la cuenta corriente había crecido mucho, lo cual representaba un riesgo mayor ante un régimen cambiario inflexible y la posibilidad de un paro repentino en los flujos de capital ante la aparición de expectativas negativas en torno a la firma del Tratado. La combinación provocó una recesión ligera, que terminó cuando se despejó la incertidumbre del Tratado.

La cuarta fue la de 1994-1995 y se caracteriza por ser de las más complejas. La política económica del sexenio se distinguió por su poca flexibilidad, lo cual provocó un ambiente económico muy vulnerable. Hubo una serie de choques políticos y económicos en el transcurso de 1994 que sacaron a relucir esta vulnerabilidad, que culminó en una gran devaluación seguida de algunos errores de política económica.

Estas primeras cuatro recesiones tuvieron en común una situación macroeconómica vulnerable y errores de política económica. En todas, la situación externa jugó un papel importante, aunque sin ser el factor decisivo. Sin embargo, dado que las últimas recesiones mexicanas han sido inducidas desde el exterior y no como producto de desequilibrios, ahora nuestra concentración se enfoca mucho en el seguimiento de la economía de Estados Unidos de América y en los mismos factores que causan recesión en los países desarrollados.

Uno de estos factores y el cual atañe al objetivo de esta investigación es la existencia de burbujas (que se forman cuando existe un periodo continuo de demanda irracional para un cierto tipo de activos, lo que causa que su precio suba en forma exagerada) en los precios de activos de ciertas materias primas tan importantes que un cambio exagerado

en su precio puede provocar grandes desequilibrios; siendo el caso más connotado el del petróleo. El aumento súbito en su precio ha provocado recesiones en muchos países en varias ocasiones. Sin embargo, una disminución sustancial en su precio también puede ser factor recesivo para naciones como México, que son altamente dependientes de su exportación como fuente de recursos públicos.

En 2011 comienza el desarrollo masivo de los campos petroleros de shale (lutitas) en Estados Unidos de América gracias a la implementación de nuevas tecnologías como el fracking y la perforación direccional de largo alcance. Como resultado, el precio del West Texas Intermedio dejó de ser un buen indicador del precio del petróleo en los mercados globales y fue sustituido por el Brent, ya que el primero se encontraba soportado por el exceso de producción. Entre junio de 2014 y enero de 2015 el precio del barril cayó de Dls. 112 a Dls. 47. Esta caída refleja el crecimiento inesperado de producción de petróleo en Estados Unidos de América principalmente y en otros países como Canadá y Rusia en menor escala. Actualmente el precio del petróleo no ha podido superar la barrera de Dls. 60 por barril, ya que aún sigue presente la desaceleración dentro de los mercados de materias primas para las industrias de transformación ocasionando que el periodo de recuperación sea mayor.

Un ejemplo de la importancia del precio del petróleo en los ciclos económicos de México, es que el INEGI utiliza un índice compuesto coincidente y adelantado para calcular los ciclos de crecimiento y los ciclos clásicos (SIC y SICCA). La diferencia más importante es que los primeros incluyen indicadores más relevantes para la coyuntura actual, por ejemplo; mientras que el adelantado del SICCA incorpora las exportaciones no petroleras, el del SIC utiliza los precios de exportación del petróleo. Hace algunas décadas tenían mayor relevancia para la economía los precios del petróleo, no obstante, a partir de la apertura comercial (y en especial desde la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de Norte América), el motor de crecimiento más importante de la economía mexicana son las exportaciones no petroleras; aunque el precio del petróleo sigue teniendo relevancia como una variable macroeconómica con influencia directa en los ingresos públicos, al representar un 28.4% del total de ingresos presupuestarios (Fig 13).

## “Entorno Económico y Financiero”

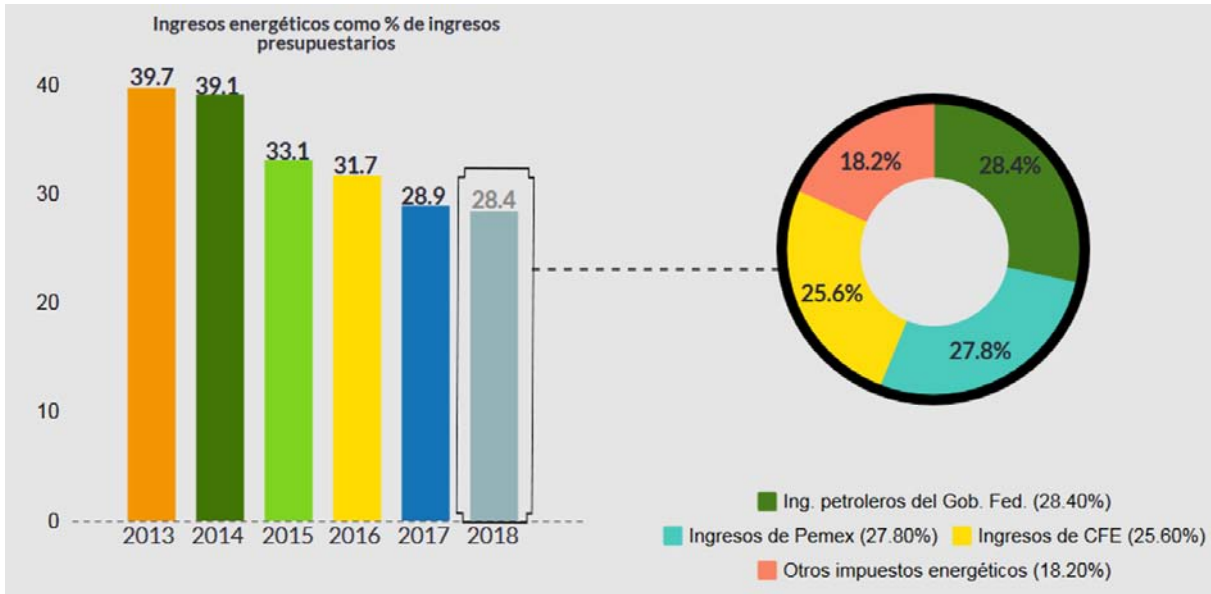


Figura 13-Composición porcentual anual de ingresos energéticos para el presupuesto federal (fuente: <http://ciep.mx/mapeo-de-los-ingresos-del-sector-energetico-mexicano/>)

## **Capítulo 3: Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano**

### **Revisión de conceptos econométricos**

El modelado estadístico, además de tener la importancia central en la toma de decisiones estadística, es crítico en cualquier esfuerzo, ya que esencialmente todo es un modelo de la realidad. De esta forma, el modelamiento tiene aplicaciones en diferentes campos tales como mercadeo, finanzas, y comportamiento organizativo. En particular, se obliga al modelado de econometría, porque, a diferencia de la mayoría de las disciplinas, la econometría trata sólo con hechos capaces de ser demostrados<sup>31</sup>.

El análisis de series de tiempo es una parte incorporada del análisis financiero. Tiene aplicaciones en la predicción de tasas de intereses, riesgo de divisas, volatilidad de bolsas de valores, y otros por el estilo. Existen muchas variedades de técnicas de multivariación aleatoria y econometría. Algunos ejemplos específicos son la regresión de multivariación aleatoria y la regresión; autoregresiones de vectores; y pruebas de co-integración en modelos de cálculo de valor actual.

### **Modelos Financieros**

Un elemento clave para planificación financiera y el pronóstico financiero es la capacidad de construir modelos mostrando los datos financieros interrelacionados. Los modelos mostrando correlación o causalidad entre variables pueden ser usados para mejorar la toma de decisiones financiera. Por ejemplo, se estaría más preocupado por las consecuencias en la bolsa de valores doméstica de un descenso en alguna otra economía foránea, si puede ser mostrado que existe un impacto matemáticamente demostrable de los efectos causados por la economía externa en la bolsa de valores

---

<sup>31</sup> Vid.: Gujarati, Dammodar N., Porter, Dawn C.; “Econometría”. 5ta Edición, Ed. McGraw Hill, 2009.

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

doméstica. Sin embargo, un modelo que antes era vigente puede perder la validez debido a cambios en las condiciones.

Los ejemplos de variantes aleatorias y de regresiones aleatorias multivariantes, autoregresión de vector, y la co-integración del valor actual ilustran algunas de las aplicaciones del modelado; lo cual es una dimensión vital en la toma de decisiones gerenciales, en la econometría, y expresamente en el estudio de series de tiempo financieras. La naturaleza demostrable de modelos econométricos es impresionante; más que ofrecer soluciones a problemas financieros basados en intuición o convención, se podría demostrar matemáticamente si un modelo es o no es válido, o si requiere alguna modificación.

### **Modelos Univariantes y Multivariantes**

El uso del análisis de regresión es ampliamente utilizado en la examinación de series de tiempo financieras. Entre algunos ejemplos se encuentran el uso de las tasas de variación de monedas extranjeras como pronosticadores óptimos para las tasas de referencia; la varianza condicional y la prima de riesgo en los mercados cambiarios extranjeros y las tasas de retorno y volatilidad de las acciones bursátiles. Un modelo que ha sido utilizado de manera exitosa en este tipo de aplicaciones es el llamado modelo GARCH-M, el cual incorpora los cálculos de la media dentro del modelo GARCH (autoregressive conditional heteroskedastic). El modelo GARCH-M ha sido modificado en muchas oportunidades en las pruebas realizadas por los practicantes de las finanzas debido a la necesidad de adaptarlo a los cambios de la realidad.

Una de las aplicaciones de este modelo es el análisis de las tasas de retorno y volatilidad de las acciones bursátiles. Tradicionalmente se cree que la varianza en el retorno de inversión es la primera medida de riesgo para los inversionistas. Sin embargo, usando datos extensos de series de tiempo, se ha comprobado que la relación entre los retornos de la media y los retornos de la varianza o desviación estándar es débil; de aquí se deriva que los modelos de dos parámetros para la estimación de precios no son apropiados, y las pruebas matemáticas sustituyen esta aseveración. Dado que las decisiones

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

presupuestas en los modelos originales son necesariamente sub óptimas porque la premisa original es desechada, es ventajoso para la gente de finanzas abandonar el modelo por uno que tenga una representación más exacta de la realidad.

La especificación correcta del modelo es de importancia suprema, para ello se han desarrollado un conjunto de pruebas para los criterios que determinan la errónea especificación del mismo. Estas incluyen la prueba de normalidad, linealidad y homocedasticidad, las cuales pueden ser aplicadas en una gran variedad de modelos.

Los modelos de regresión de multivariación aplican al mismo marco conceptual. La diferencia principal es que se reemplaza una variable dependiente por un vector. La teoría de estimación es esencialmente una extensión de la de multivariación desarrollada por el de univariación, tal que puede ser utilizado para evaluar modelos de volatilidad de acciones bursátiles y de CAPM. En el caso de CAPM, el vector introducido es el exceso en el retorno de activos a un momento designado. Una aplicación es el cálculo del CAPM con covarianzas cambiantes a través del tiempo. A pesar de que en este ejemplo la hipótesis nula de que todas las interceptaciones son cero no puede ser rechazada, los problemas de ausencia de especificación del modelo de invariación todavía permanecen. La estimación de la pendiente y la interceptación también permanecen igual dado que la misma regresión aparece en cada ecuación.

### **Modelamiento de Co-Integración y Valor Presente**

Los modelos de valor presente son extensamente utilizados en finanzas para formular modelos de eficiencia en los mercados. En términos generales, un modelo de valor presente para dos variables  $y^1$  y  $x^1$ , establece que  $y^1$  es una función lineal del valor presente descontado del valor futuro esperado de  $x^1$ , de donde el termino constante, el factor de descuento constante, y el coeficiente de proporcionalidad son conocidos o necesitan ser estimados. No todas las series de tiempo financieras son no-integradas; la presencia de variables integradas afecta los resultados de la regresión estándar y los procesos de inferencia. Adicionalmente las variables podrían estar co-integradas, lo que implica la súper imposición de vectores de co-integración en el modelo, y resultando en



“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

circunstancias bajo las cuales el concepto de equilibrio pierde todas las implicaciones prácticas, por lo que podrían ocurrir regresiones falsas. En el análisis de valor presente, la co-integración puede ser utilizada para definir la "extensión teórica" y para identificar los movimientos comunes entre variables. Es bastante útil en la construcción de pruebas basadas en volatilidad.

Una prueba de referencia es la volatilidad de los mercados bursátiles. Asumiendo la co-integración, se construyen los vectores autoregresivos de segundo orden, los cuales sugieren que los cambios en dividendos no son fácilmente predecibles, pero son causados por la extensión. Cuando el valor de la tasa de descuento asumida se incrementa, algunas restricciones pueden ser rechazadas a un bajo nivel de significancia. Este resultado muestra un "exceso de volatilidad" mucho más pronunciado que el obtenido en el modelo de valor presente. Adicionalmente, muestra que el modelo es más apropiado en situaciones donde la tasa de descuento es más alta. De una significancia relacionada proviene la habilidad de probar las hipótesis de expectativas de los términos estructurales de las tasas de interés.

El error medio absoluto es una fuerte medida de error. Sin embargo, se podría utilizar la suma de los errores para comparar el éxito de cada modelo de pronóstico en relación a la línea de fondo, tal como un modelo de camino aleatorio, el cual normalmente utiliza modelos financieros de series de tiempo.

### **Econometría y Modelos de Series de Tiempo**

Los modelos de series de tiempo requieren un número grande de observaciones (más de 50). Estos modelos han sido utilizados de manera exitosa en aplicaciones de negocios, abarcando un rango que va desde micro hasta macro estudios, incluyendo finanzas y crecimiento endógeno. Entre otros acercamientos al modelamiento se encuentran los modelos estructurales y clásicos como el acercamiento de Box-Jenkins, el análisis de co-integración, y los modelos probabilísticos generales de micro econometría; como el Logit y Probit. Los modelos econométricos estudian los asuntos relacionados a la causalidad; por ejemplo, identificando la relación causal entre un

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

resultado y el grupo de factores que podrían haber generado ese resultado. En particular, esto hace este concepto operacional en series de tiempo y en modelos exógenos.

## **Elaboracion del modelo econométrico para determinar el precio de la mezcla mexicana**

El problema aquí abordado ya ha sido estudiado previamente por diversos investigadores alrededor del mundo, desde diferentes perspectivas, pero con objetivos similares a encontrar (consultar seccion del Estado del Arte). Esta investigación analizara las conexiones entre la volatilidad del precio internacional del petróleo (mezcla mexicana) y el mercado bursátil mexicano al aplicar un modelo VAR desarrollado para el periodo comprendido entre enero 2010 a diciembre 2016, es decir, durante el último período de crisis del petróleo y demostrar si existe una transmisión de la volatilidad de este hacia el mercado bursátil o no.

Siendo la primera etapa del proyecto la realización y ajuste de un modelo econométrico que nos permita pronosticar el precio de la mezcla mexicana de petróleo a partir de variables que involucran información de los mercados internacionales tanto como de la producción, consumo interno y exportación de petróleo crudo, así como también la importación de petrolíferos, por citar algunos. Para, posteriormente continuar el desarrollo del mismo modelo que permita explorar la posible relación entre el precio de la mezcla mexicana de petróleo y el mercado bursátil mexicano, considerando las series de tiempo para determinar la probable existencia de esta correlación, así como la magnitud que representa.

### **Definición de Variables**

#### **Clasificación y Periodicidad**

A continuación, se presenta una lista de 8 variables seleccionadas que se consideran para obtener un modelo econométrico para estimar el precio de la mezcla de exportación mexicana de petróleo crudo por barril en periodos mensuales a partir del 1 de enero de 2010 hasta el 1 de diciembre de 2016 (Tabla 1):

- **Mezcla Mexicana [USD/bbl]:** Se denomina mezcla mexicana porque contiene

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

porcentajes de los diferentes tipos de crudo que se extraen en México (Maya, Istmo y Olmeca), ya que debido a su diferencia en densidad y calidad algunos de ellos no podrían ser comercializados en los mercados internacionales.

- **Precio de referencia Brent [USD/bbl]:** El Brent es un tipo de petróleo que se extrae principalmente del Mar del Norte. La producción petrolífera de Europa, África y Oriente Medio tiende a venderse al precio que marca el barril de crudo Brent, es decir, marca un precio recomendado o estándar para un 78% de las diferentes variedades de crudo mundial, las cuales lo toman como referente.
- **Precio de referencia WTI [USD/bbl]:** De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (EIA), el West Texas Intermediate (WTI) es una corriente de crudo producido en Texas y el sur de Oklahoma que sirve como referencia para fijar el precio de otras corrientes de crudo en Estados Unidos como son el Light Louisiana Sweet (LLS); el Mars and Poseidon, producido en Louisiana, y el Southern Green Canyon, producido en Texas.
- **Tipo de cambio USD/MXN:** La política cambiaria en México es responsabilidad de la Comisión de Cambios, la cual está integrada por funcionarios de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México. A finales de 1994, dicha Comisión acordó que el tipo de cambio fuera determinado libremente por las fuerzas del mercado (tipo de cambio flexible o flotante).
- **IPC [tasa de variación %]:** El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) es el principal índice de la Bolsa Mexicana de Valores y está compuesto por las 35 principales emisoras. Para esta investigación se tomaron las tasas de variación respecto a cada periodo.

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

- **Exportaciones de petróleo crudo [MMUSD]:** El valor en millones de dólares de las exportaciones de petróleo crudo mensuales.
- **Importaciones de petrolíferos [MMUSD]:** El valor en millones de dólares de las importaciones mensuales de combustibles y gas licuado<sup>32</sup>.
- **Pozos perforados [unidad]:** Factor generalmente empleado como un referente de la producción incremental de petróleo y gas de los países.
- **Pozos terminados [unidad]:** Factor generalmente empleado como un referente de la producción actual de petróleo y gas de los países.
- **Equipos de perforación [unidad]:** Factor que permite predecir el aumento o disminución de la producción petrolera de un país en el corto y mediano plazo.

---

<sup>32</sup> Debido a que México es exportador de petróleo crudo e importador de sus derivados, se toman estos como los principales productos consumidos por volumen y precio.

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

Fecha	Precio Mezcla USD/bbl	Precio WTI USD/bbl	Precio Brent USD/bbl	IPC cambio USD/MXN	IPC MXN %gr	Petrolero crudo MMUSD	M petroliferos MMUSD	Pozos perforados	Pozos terminados	Eq
Ene/2010	72.22	78.34	76.17	13.10	- 5.38	2632.82	1189.37	136	101	171
Feb/2010	70.24	76.30	73.75	12.77	- 4.09	2426.31	1406.27	108	122	167
Mar/2010	72.15	81.25	78.83	12.38	- 5.16	2976.79	1752.04	110	131	153
Abr/2010	74.39	84.50	84.82	12.31	- 1.74	2905.18	1728.78	99	134	145
May/2010	67.81	73.74	75.95	12.93	- 1.98	3344.69	1658.18	99	140	142
Jun/2010	67.41	75.35	74.76	12.94	- 2.75	2244.32	1620.25	101	140	130
Jul/2010	68.51	76.16	75.58	12.65	- 3.70	2944.18	1745.02	66	108	110
Ago/2010	69.81	76.60	77.04	13.20	- 1.95	2922.97	1544.56	58	132	110
Sep/2010	70.27	75.26	77.84	12.61	- 5.21	2818.53	1327.78	50	74	105
Oct/2010	74.69	81.90	82.66	12.35	- 6.71	3188.59	1789.42	34	80	104
Nov/2010	77.46	84.19	85.27	12.49	- 3.51	3756.56	2114.76	55	52	111
Dic/2010	82.19	89.22	91.45	12.36	- 4.71	3824.69	2458.99	78	89	111
Ene/2011	85.95	89.51	96.52	12.12	- 4.07	3846.41	2162.07	54	61	108
Feb/2011	90.54	89.37	103.72	12.11	- 0.10	3128.80	1695.71	70	81	113
Mar/2011	102.38	102.92	114.64	11.90	- 1.14	4518.48	2519.29	83	102	111
Abr/2011	109.47	110.04	123.26	11.50	- 1.28	4015.76	2652.75	74	83	110
May/2011	104.44	101.25	114.99	11.57	- 3.06	4429.29	2958.07	83	75	113
Jun/2011	102.99	96.25	113.83	11.71	- 2.02	4403.37	2531.44	75	86	122
Jul/2011	104.82	97.19	116.97	11.73	- 1.53	3974.51		80	91	146
Ago/2011	98.67	86.32	110.22	12.34	- 0.77	4402.54	2506.11	85	90	144
Sep/2011	100.10	85.62	112.83	13.90	- 6.21	3729.45	2356.81	99	72	139
Oct/2011	101.15	86.41	109.55	13.36	- 7.93	4311.27	2760.80	87	87	139
Nov/2011	107.62	97.07	110.77	13.64	- 1.85	4396.95	2564.90	92	90	139
Dic/2011	106.33	98.61	107.87	13.95	- 0.67	4222.15	2310.44	118	116	147
Ene/2012	108.54	100.15	110.69	13.04	- 0.93	4008.11	2309.74	106	94	134
Feb/2012	110.23	102.26	119.33	12.85	- 1.05	3927.28	2002.60	82	87	129
Mar/2012	112.82	106.15	125.45	12.81	- 4.51	4489.67	3106.77	110	86	134
Abr/2012	108.04	103.28	119.42	13.02	- 0.15	4029.90	2179.60	107	88	135
May/2012	102.24	94.51	110.34	14.37	- 4.02	3797.02	2236.70	111	111	144
Jun/2012	91.39	82.36	95.16	13.36	- 6.14	3290.09	1997.38	122	99	145
Jul/2012	95.37	87.89	102.62	13.33	- 1.26	3318.39	2188.72	116	105	141
Ago/2012	101.53	94.11	113.36	13.19	- 3.15	4238.03	2509.42	110	105	137
Sep/2012	102.10	89.61	112.86	12.86	- 3.67	4100.61	2618.23	125	119	135
Oct/2012	99.10	89.52	111.71	13.10	- 1.84	4199.82	2932.78	100	126	139
Nov/2012	95.39	86.69	109.06	12.95	- 0.51	3932.72	3087.69	108	119	138
Dic/2012	96.67	88.19	109.49	12.87	- 4.48	3519.05	2461.22	93	99	119
Ene/2013	100.60	94.65	112.96	12.71	- 3.60	4021.07	1800.07	83	103	127
Feb/2013	105.43	95.30	116.05	12.78	- 2.56	3599.93	2325.16	62	74	139
Mar/2013	102.98	93.12	108.47	12.32	- 0.10	3521.29	2657.95	64	82	134
Abr/2013	99.12	92.02	102.25	12.13	- 4.11	3791.61	2200.12	61	69	167
May/2013	98.67	94.72	102.56	12.81	- 1.60	3148.62	1966.31	54	64	154
Jun/2013	97.86	95.79	102.92	12.95	- 2.32	3199.11	1727.84	51	61	157
Jul/2013	101.00	104.55	107.93	12.73	- 0.53	3786.79	2442.75	52	60	147
Ago/2013	100.84	106.55	111.28	13.38	- 3.31	3615.72	2267.17	56	68	147
Sep/2013	99.74	106.31	111.60	13.09	- 1.77	3575.61	1646.81	59	55	144
Oct/2013	94.95	100.50	109.08	13.02	- 2.12	3512.14	1981.83	61	66	135
Nov/2013	89.54	93.81	107.79	13.10	- 3.56	3223.33	2021.10	43	62	119
Dic/2013	91.65	97.90	110.76	13.04	- 0.54	3716.44	2669.09	59	59	98
Ene/2014	90.65	95.00	108.12	13.36	- 4.32	3291.52	2073.51	58	45	118
Feb/2014	93.09	100.70	108.90	13.25	- 5.13	3324.14	2109.77	47	44	118
Mar/2014	93.48	100.57	107.48	13.06	- 4.33	3283.20	2460.73	44	49	111
Abr/2014	95.68	102.18	107.76	13.08	- 0.62	3016.46	2019.16	41	35	113
May/2014	96.79	102.00	109.54	12.86	- 1.60	3348.79	2017.29	43	33	115
Jun/2014	98.79	105.24	111.80	12.97	- 3.32	3187.03	1985.05	50	46	121
Jul/2014	94.65	102.99	106.77	13.22	- 2.53	2992.60	2179.46	54	54	124
Ago/2014	90.80	96.38	101.61	13.09	- 4.13	3135.68	2136.18	44	64	108
Sep/2014	85.82	93.35	97.09	13.43	- 1.41	2980.71	2060.16	45	45	98
Oct/2014	75.23	84.40	87.43	13.48	- 0.09	2652.55	2360.59	36	43	78
Nov/2014	66.94	75.70	79.44	13.94	- 1.86	2470.54	2094.13	35	42	88
Dic/2014	50.98	59.10	62.34	14.75	- 2.36	1955.26	1970.94	41	35	85
Ene/2015	41.70	47.60	47.76	14.99	- 5.09	1630.21	1313.13	22	25	75
Feb/2015	47.26	50.72	58.10	14.95	- 7.91	1726.71	1420.92	17	27	76
Mar/2015	47.36	47.78	55.89	15.26	- 1.05	1803.50	1520.56	28	32	88
Abr/2015	50.69	54.20	59.52	15.35	- 1.96	1573.60	1507.71	27	37	83
May/2015	54.06	59.26	64.08	15.38	- 0.27	1866.65	1742.44	33	31	73
Jun/2015	53.87	59.80	61.48	15.74	- 0.78	1692.64	1869.42	24	24	73
Jul/2015	46.56	51.16	56.56	16.11	- 0.67	1712.47	2183.22	19	19	69
Ago/2015	39.71	42.86	46.52	16.75	- 2.30	1552.48	1722.61	20	32	60
Sep/2015	37.93	45.48	47.62	16.92	- 2.49	1329.95	1496.18	19	17	55
Oct/2015	37.46	46.20	48.43	16.50	- 4.48	1486.16	1344.35	21	19	53
Nov/2015	34.28	42.65	44.27	16.57	- 2.52	1211.76	1476.42	23	23	52
Dic/2015	27.69	37.24	38.01	17.18	- 1.02	865.12	1386.84	25	26	49
Ene/2016	23.91	31.70	30.70	18.11	- 1.52	829.76	1204.86	18	22	47
Feb/2016	24.48	30.35	32.18	18.14	- 0.19	881.11	970.64	17	27	43
Mar/2016	29.44	37.77	38.21	17.28	- 4.96	969.34	1146.64	19	21	29
Abr/2016	32.28	40.96	41.58	17.18	- 0.21	1046.73	1222.61	8	12	24
May/2016	37.27	46.85	46.74	18.47	- 0.71	1391.21	1404.24	9	12	22
Jun/2016	40.05	48.75	48.25	18.28	- 1.12	1319.43	1498.33	4	8	23
Jul/2016	38.75	44.89	44.95	18.75	- 1.51	1376.87	1725.40	5	10	25
Ago/2016	38.40	44.75	45.84	18.79	- 1.89	1501.61	1515.86	7	7	21
Sep/2016	37.76	45.17	46.57	19.39	- 0.62	1613.74	1620.56	8	5	19
Oct/2016	41.35	49.89	49.52	18.86	- 1.62	1682.00	1706.20	5	7	20
Nov/2016	38.88	45.62	44.73	20.57	- 5.61	1484.99	1635.37	8	6	22
Dic/2016	42.76	52.01	53.31	20.73	- 0.72	1478.41	2033.61	17	12	22

Tabla 5-Datos empleados para elaborar el modelo de correlación, período 2010-2016 (fuente: elaboración propia con información de PEMEX y SENER)

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

## Modelo Original

### Selección de variables

Por medio de una macro realizada en Excel se obtuvieron el total de combinaciones con 3 y 5 variables independientes del conjunto principal de 8 dando un total de 56 opciones para cada subconjunto. Una vez que se analizaron de forma individual, se lograron obtener 4 posibles modelos que cumplieran con los parámetros de las pruebas de comprobación; 3 modelos de 3 variables independientes y 1 de 5 variables independientes:

Mezcla= C1 Brent + C2 TC + C3 Equipos

Mezcla= C1 Brent + C2 Equipos + C3 Exportaciones

Mezcla= C1 TC + C2 Importaciones + C3 Pozos Perforados

Mezcla= C1 WTI + C2 Brent + C3 TC + C4 Equipos + C5 Exportaciones

De los cuales se toma el de 5 variables por ser más robusto para realizar el ajuste con un valor de alfa=0.05

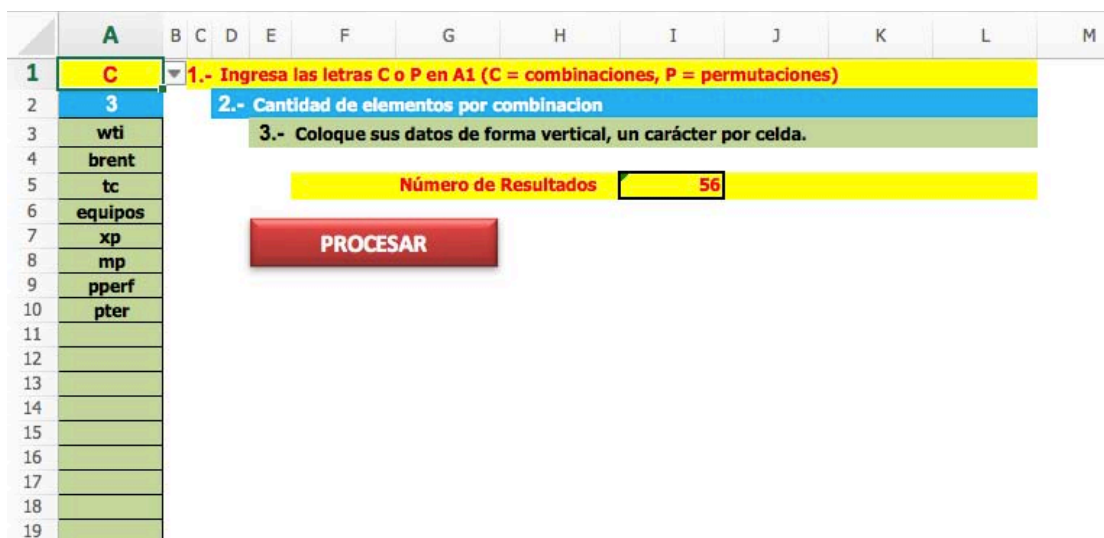


Figura 14-Macro en Excel para obtener las combinaciones de variables (fuente: elaboración propia)

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

Después de obtener todas las posibles combinaciones de variables (consultar anexo), se procede a evaluar cada una de ellas con ayuda del software Eviews 9 para encontrar una combinación que satisfaga los requisitos del modelo de correlación propuesto.

## Pruebas de Comprobación

### Prueba de Multicolinealidad

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-28.85959	5.928140	-4.868236	0.0000
WTI	0.137912	0.055899	2.467179	0.0158
BRENT	0.686509	0.054582	12.57757	0.0000
TC	1.131750	0.287724	3.933464	0.0002
EQUIPOS	0.090980	0.014256	6.382041	0.0000
XP	0.003421	0.000826	4.143330	0.0001

R-squared	0.992218	Mean dependent var	76.95488
Adjusted R-squared	0.991719	S.D. dependent var	27.03822
S.E. of regression	2.460499	Akaike info criterion	4.707355
Sum squared resid	472.2165	Schwarz criterion	4.880985
Log likelihood	-191.7089	Hannan-Quinn criter.	4.777153
F-statistic	1988.954	Durbin-Watson stat	0.735706
Prob(F-statistic)	0.000000		

Figura 15-Resultados de la prueba de Multicolinealidad

Al ser los valores de  $p < \alpha$  pasa la prueba.

### Prueba de Normalidad

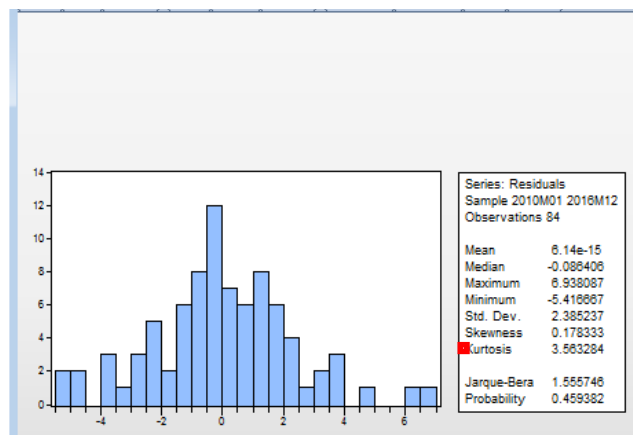


Figura 16-Resultados de la prueba de Normalidad

## “Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

El valor de  $p > \alpha$ , por lo tanto, pasa la prueba

### Prueba de Heteroscedasticidad

Prueba de White con datos cruzados

Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	1.543746	Prob. F(20,63)	0.0980
Obs*R-squared	27.62711	Prob. Chi-Square(20)	0.1185
Scaled explained SS	30.53043	Prob. Chi-Square(20)	0.0617

Test Equation:  
Dependent Variable: RESID^2  
Method: Least Squares  
Date: 12/14/17 Time: 13:43  
Sample: 2010M01 2016M12  
Included observations: 84

Figura 17-Resultados de la prueba de White con datos cruzados (Heteroscedasticidad)

Prueba de White sin datos cruzados

Heteroskedasticity Test: White				
F-statistic	1.895709	Prob. F(5,78)		0.1046
Obs*R-squared	9.101636	Prob. Chi-Square(5)		0.1051
Scaled explained SS	10.05812	Prob. Chi-Square(5)		0.0736

Test Equation:  
Dependent Variable: RESID^2  
Method: Least Squares  
Date: 12/14/17 Time: 13:46  
Sample: 2010M01 2016M12  
Included observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6.326708	8.815947	-0.717644	0.4751
WTI^2	0.000205	0.001142	0.179592	0.8579
BRENT^2	0.000469	0.001015	0.461844	0.6455
TC^2	0.020303	0.026234	0.773925	0.4413
EQUIPOS^2	0.000317	0.000211	1.501028	0.1374
XP^2	-1.57E-07	4.34E-07	-0.362764	0.7178

Figura 18- Resultados de la prueba de White sin datos cruzados (Heteroscedasticidad)

En ambos casos el valor de  $p < \alpha$  y por lo tanto se considera que paso la prueba.

### Prueba de Autocorrelación

Para comprobar si existe autocorrelación se obtuvo el correlograma de residuos y se



“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

observa que existe autocorrelación de orden 1 y 2.

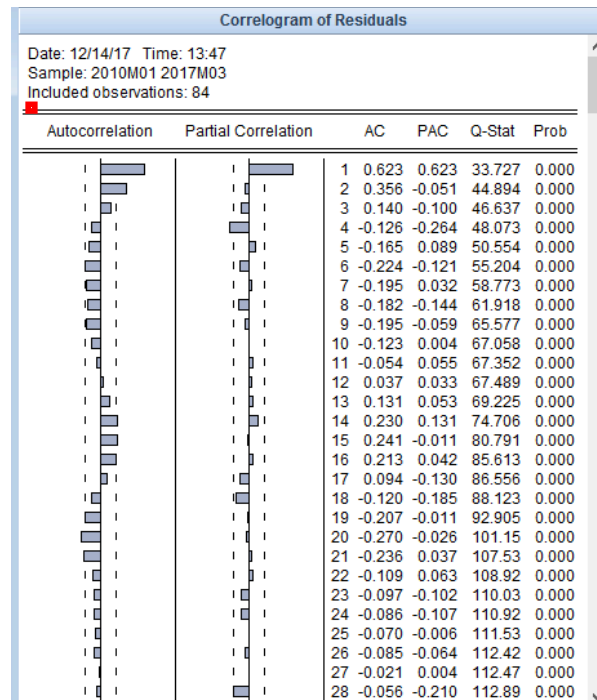


Figura 19-Resultados de la prueba de Autocorrelación

### Prueba de Estabilidad

Para esta prueba primero se utiliza CUSUM cuadrada para verificar si es estable o no. Como se puede ver en el resultado, la gráfica indica que este modelo no es 100% estable en los primeros residuos y por lo tanto es necesario realizar un ajuste.

## “Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

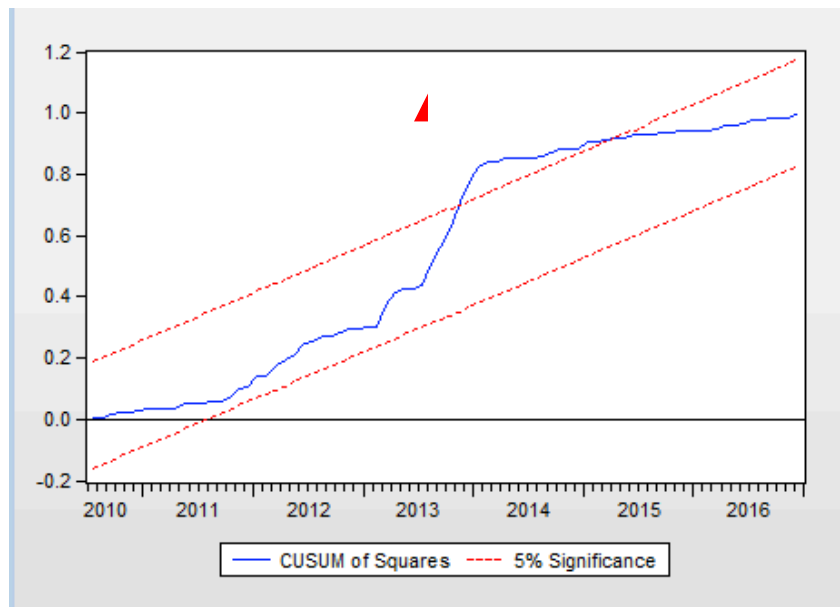


Figura 20-Resultados de la prueba de Estabilidad

### Ajuste del Modelo

#### Ajuste de Autocorrelación

Debido a que el modelo presenta autocorrelación de orden 1, se agrega un vector autorregresivo de orden 1 y se comprueba que se ha eliminado la autocorrelación:

$$\text{Mezcla} = C1 \text{ WTI} + C2 \text{ Brent} + C3 \text{ TC} + C4 \text{ Equipos} + C5 \text{ Exportaciones} + \text{AR} (1)$$

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

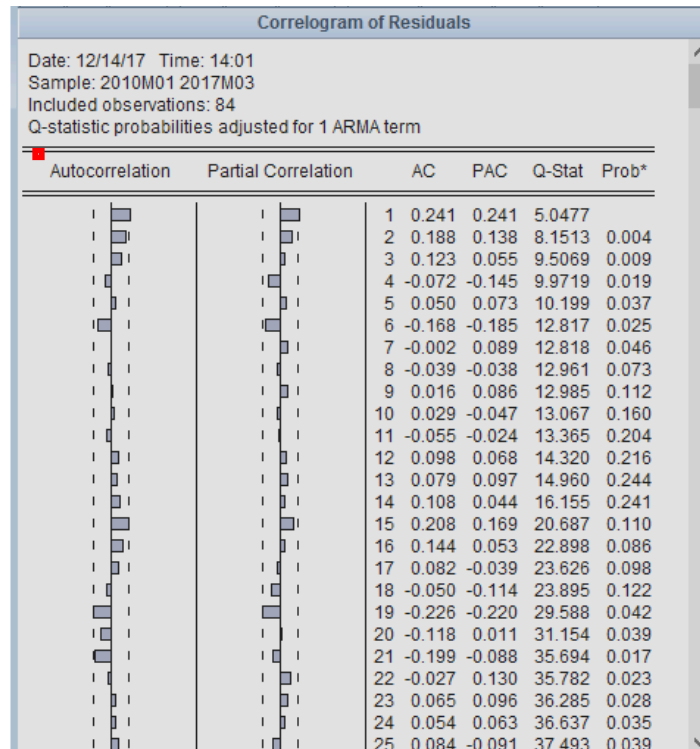


Figura 21-Ajuste de Autocorrelación

**Ajuste de Estabilidad**

Posteriormente, debido a que no es posible utilizar una estimación recursiva como CUSUM cuando no se cuenta con un histórico desfasado, se emplea en su lugar la prueba de Chow, ya que se empleó un vector autorregresivo para ajustar la autocorrelación. Para emplear la prueba de Chow se requiere analizar la gráfica de residuos y seleccionar un período que se encuentre más cercano al origen (2015M02-2015M11):

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

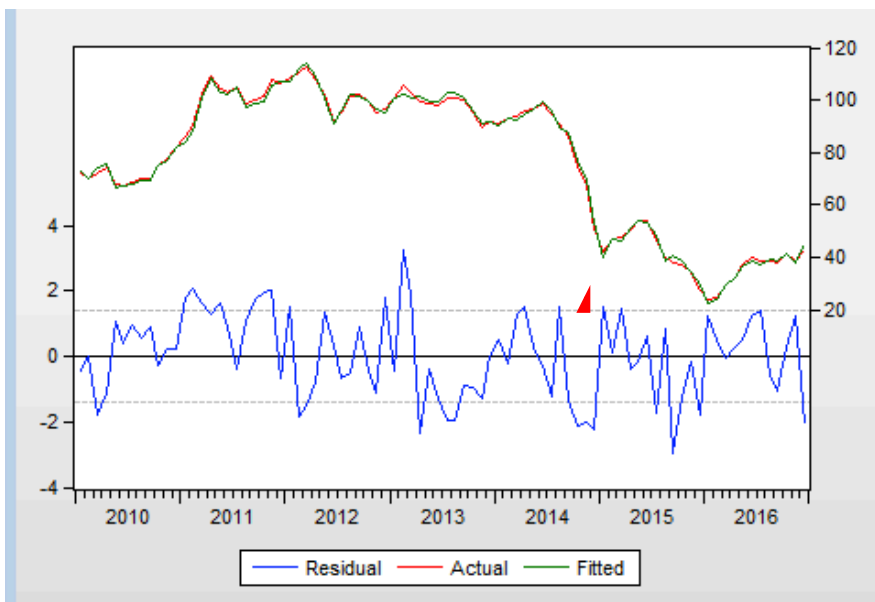


Figura 22-Ajuste de Estabilidad

Prueba de Chow para verificar la Estabilidad:

Chow Breakpoint Test: 2015M02 2015M11  
 Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints

Equation Sample: 2010M01 2016M12

F-statistic	0.743232	Prob. F(16,60)	0.7393
Log likelihood ratio	17.98542	Prob. Chi-Square(16)	0.3248
Wald Statistic	97.78938	Prob. Chi-Square(16)	0.0000

Figura 23-Resultados de la prueba de Chow

Como el valor de  $p > \alpha$ , se acepta  $H_0$ : El modelo es estable.

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

## Evaluación del modelo para pronosticar el precio de la mezcla mexicana de petróleo

### Período Pronosticado

Una vez que se ha ajustado y corregido el modelo econométrico, se procedió a realizar un pronóstico de los siguientes 3 periodos (2017M01, 2017M02, 2017M03) para el precio de la mezcla mexicana y los resultados fueron contrastados con los precios reales correspondientes a cada uno para obtener un porcentaje de error del modelo desarrollado.

	MEZCLA	MEZCLAF2		
2015M05	54.06	56.11305		
2015M06	53.87	55.21932		
2015M07	46.56	49.59288		
2015M08	39.71	41.78984		
2015M09	37.93	42.93013		
2015M10	37.46	43.56896		
2015M11	34.28	40.34314		
2015M12	27.69	35.36441		
2016M01	23.91	30.08926		
2016M02	24.48	29.94715		
2016M03	29.44	34.78093		
2016M04	32.28	37.19734		
2016M05	37.27	41.51767		
2016M06	40.05	42.91119		
2016M07	38.75	40.14217		
2016M08	38.4	40.30025		
2016M09	37.76	40.65094		
2016M10	41.35	43.85208		
2016M11	38.88	40.08510		
2016M12	42.76	45.97178		
2017M01	NA	46.94299		
2017M02	NA	47.47666		
2017M03	NA	46.68156		

Figura 24-Pronostico del modelo econométrico para los primeros tres periodos de 2017

“Elaboración del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

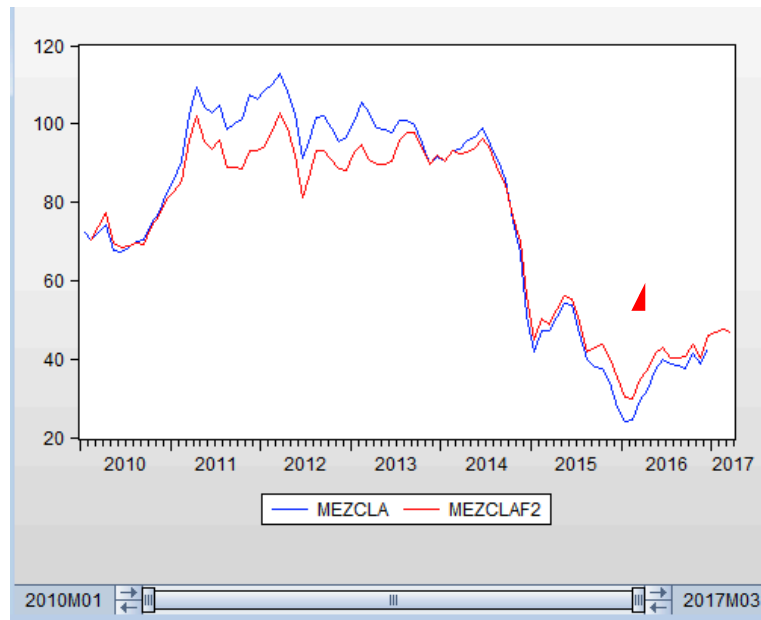


Figura 25-Gráfica comparativa del comportamiento del modelo y la volatilidad de los precios de la mezcla mexicana

Como se observa en la gráfica anterior, el comportamiento del modelo replica de manera semejante las fluctuaciones de los precios reales en diferentes intervalos del período analizado, específicamente aquellos donde se tienen altas y bajas demasiado drásticas en comparación con los intervalos de oscilaciones constantes donde se muestra una diferencia entre ambos patrones. El porcentaje de error máximo fue de 11% y el error promedio fue de 6.6% (Tabla 6).

	Precio Mezcla usd/bbl	Var Mezclaf usd/bbl	% Error
Enero 2017	45.38	46.94	-3%
Febrero 2017	44.74	47.48	-6%
Marzo 2017	42.15	46.68	-11%

Tabla 6-Comparación de resultados y porcentaje de error

## **Capítulo 4: Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano**

### **Evaluación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano**

Como se mencionó en el capítulo anterior, esta segunda parte de la elaboración del modelo consiste en determinar un modelo VAR para demostrar si existe o no una transmisión de la volatilidad del precio de la mezcla mexicana, determinado por variables exógenas que incluyen implícitamente las fluctuaciones de los mercados internacionales, al mercado bursátil mexicano durante el período comprendido entre enero 2010 a diciembre 2016, determinando si las variables cointegran a través de las pruebas de raíz unitaria.

El análisis de regresión basado en información de series de tiempo supone implícitamente que las series de tiempo en las cuales se basan son estacionarias, aunque en la realidad la mayoría de las series de tiempo son no estacionarias o estacionarias débiles. Normalmente, la estacionariedad débil se comprueba mediante el correlograma de una serie de tiempo, que no es más que una gráfica de la auto correlación en diferentes rezagos. Para una serie de tiempo estacionaria el correlograma se desvanece rápidamente, mientras que, para las series no estacionarias, lo hace de forma gradual. En ocasiones, la regresión de una variable de serie de tiempo sobre una o más variables de series de tiempo a menudo puede dar resultados sin ningún sentido. Este fenómeno se conoce como regresión espuria y una forma de evitarla es estableciendo si las series de tiempo están cointegradas o no. En términos económicos, dos variables serán cointegradas si existe una relación de largo plazo, o de equilibrio, entre ambas. La teoría económica a menudo se expresa en términos de equilibrio, como la teoría monetaria cuantitativa de Fisher o la teoría de la paridad del poder adquisitivo

“Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

(PPA), por mencionar algunas<sup>33</sup>.

Cabe mencionar que las pruebas para raíces unitarias se realizan sobre series de tiempo univariadas, es decir, singulares. En contraste, la cointegración trata con la relación entre un grupo de variables, en donde cada una (incondicionalmente) tiene una raíz unitaria<sup>34</sup>.

Algunas de las principales pruebas de raíz unitaria que se emplearan para determinar la relación a largo plazo de las variables descritas son:

- a) **Dickey-Fuller (DF) o estadístico Tau**; la cual es una prueba unidireccional, es decir, tiene una sola cola en la distribución. Puede estimarse conforme a tres hipótesis nulas, donde H0: es que al menos tiene una raíz unitaria:

$Y_t$  es una caminata aleatoria:  $Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$

$Y_t$  es una caminata aleatoria con deriva:  $Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t$

$Y_t$  es una caminata aleatoria con deriva alrededor de una tendencia determinista:

$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t$

- b) **Dickey-Fuller aumentada (DFA)**; se distribuye bajo la hipótesis nula como una  $t$  alterada. Esta prueba implica “aumentar” las tres ecuaciones anteriores mediante la adición de los valores rezagados de la variable dependiente:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + u_t$$

Un supuesto importante de la prueba DF es que los términos de error  $u_t$  están idéntica e independientemente distribuidos. La prueba DFA ajusta la prueba DF a fin de tener cuidado de una posible correlación serial en los términos de error al agregar los términos de diferencia rezagados de la regresada.

---

<sup>33</sup> Vid.: Gujarati, Dammodar N., Porter, Dawn C. (2009). “Econometría”. México: 5ta Edición, Ed. McGraw Hill.

<sup>34</sup> Vid.: David A. Dickey, Dennis W. Jansen y Daniel I. Thornton. (1991). “A Primer on Cointegration with an Application to Money and Income”. Economic Review, Federal Reserve Bank of St. Louis, marzo-abril, p.59.



“Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

- c) **Phillips-Perron (PP)**; Phillips y Perron utilizan *métodos estadísticos no paramétricos* para evitar la correlación serial en los términos de error, sin añadir términos de diferencia rezagados. Presenta una distribución asintótica igual a la prueba DFA y se corrige la inconsistencia de la matriz de varianzas y covarianzas calculada mediante un procedimiento alternativo al ADF (fundado en Newey-West).
- d) **Kwiatkowsky-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)**; siendo una prueba de una sola cola (derecha) la hipótesis nula es la estacionariedad de la serie, de manera invertida a las anteriores a través de:

$$Y_t = \delta t + z_t + u_t$$

Donde  $u_t$  es estacionario. Por otro lado, para la variable  $z$  se postula un sendero aleatorio del tipo:

$$z_t = z_{t-1} + \epsilon_t$$

Esta prueba es considerada complementaria al igual que la DFA.

Una vez que se describieron las principales pruebas a emplear, se determinó si las series de tiempo de las variables involucradas; precio de la mezcla mexicana de petróleo y rendimiento del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana, eran o no estacionarias de manera independiente como se mencionó en párrafos anteriores y posteriormente, utilizando el software Eviews 9 se encontró un modelo de regresión que se ajustaba al comportamiento de ambas variables:

$$\text{Log}(\text{mezclaf2}) = C1 + C2 d(\text{ipc})$$

Donde:

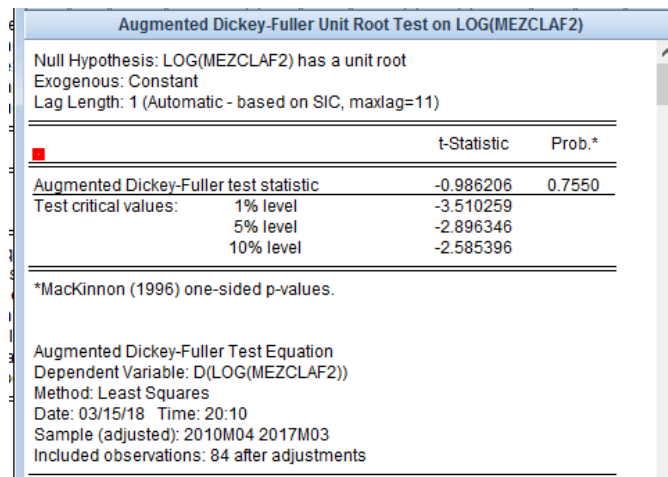
Mezclaf2 (USD) = Precio de la mezcla mexicana obtenida por medio del modelo econométrico con base en 5 variables exógenas del capítulo anterior.

“Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

D(ipc) = porcentaje del rendimiento del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana expresado en primeras diferencias.

Tomando en cuenta que la periodicidad de la información es mensual (12 periodos por año), la longitud de rezagos que se empleó como parámetro en las pruebas de estacionariedad fue de 11 para cada una y con un valor de  $\alpha=0.05$ , se obtuvieron los siguientes resultados:

### Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA)



	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.986206	0.7550
Test critical values:		
1% level	-3.510259	
5% level	-2.896346	
10% level	-2.585396	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(LOG(MEZCLAF2))  
Method: Least Squares  
Date: 03/15/18 Time: 20:10  
Sample (adjusted): 2010M04 2017M03  
Included observations: 84 after adjustments

Figura 26-Resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentada

Como el valor de  $p > \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : La variable tiene raíz unitaria y por lo tanto es no estacionaria.

“Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

### Prueba Phillips-Perron (PP)

Phillips-Perron Unit Root Test on LOG(MEZCLAF2)		
Null Hypothesis: LOG(MEZCLAF2) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Bandwidth: 1 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-0.737319	0.8309
Test critical values:	1% level	-3.509281
	5% level	-2.895924
	10% level	-2.585172
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		
Residual variance (no correction)		0.004916
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		0.006427

Figura 27-Resultados de la prueba de Phillips-Perron

Nuevamente el valor de  $p > \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : La variable tiene raíz unitaria y por lo tanto es no estacionaria.

### Prueba Kwiatkowsky-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

KPSS Unit Root Test on LOG(MEZCLAF2)		
Null Hypothesis: LOG(MEZCLAF2) is stationary		
Exogenous: Constant		
Bandwidth: 7 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.738175
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)		
Residual variance (no correction)		0.125168
HAC corrected variance (Bartlett kernel)		0.910473

Figura 28-Resultados de la prueba de Kwiatkowsky-Phillips-Schmidt-Shin

El valor de  $p > \alpha$ , se rechaza  $H_0$ : La variable tiene raíz cero y por lo tanto indica que es

“Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”

estacionaria. Sin embargo, al evaluar la totalidad de las pruebas, se puede observar que existe una comprobación en dos de tres pruebas, por lo que nuestro modelo cumple con las condiciones para continuar con el desarrollo, a pesar de que la prueba KPSS no haya coincidido.

Después de evaluar de manera independiente y comprobar que el modelo de regresión que involucra ambas variables satisface las condiciones, se procedió a evaluar la existencia de cointegración y de causalidad, para con ello concluir si existe una relación entre las variables y en caso afirmativo la magnitud de la misma.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(IPC)	-0.002965	0.016984	-0.174551	0.8619
C	4.254685	0.077340	55.01255	0.0000

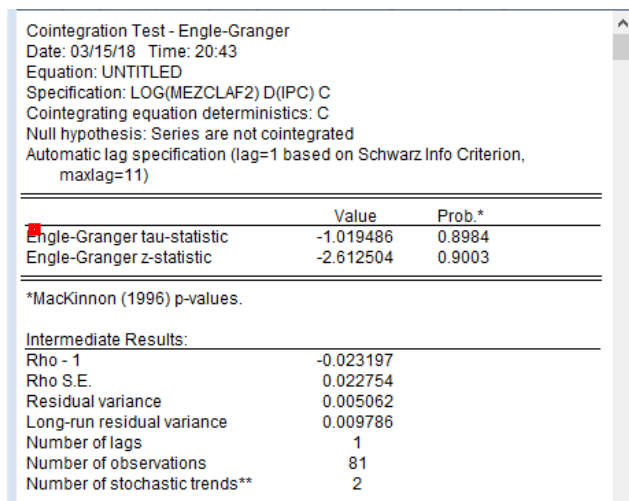
R-squared	0.000172	Mean dependent var	4.255089
Adjusted R-squared	-0.012326	S.D. dependent var	0.356444
S.E. of regression	0.358634	Sum squared resid	10.28946
Long-run variance	0.490444		

Figura 29-Resultados de la prueba de Cointegración

En esta prueba el valor de  $p > \alpha$ , por lo que se acepta  $H_0$ : Las variables cointegran.

A manera de comprobación, se realiza la prueba de causalidad o de Engle-Granger, la cual indica si la variable independiente es causa de la variable dependiente o viceversa.

## “Determinación del modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano”



	Value	Prob.*
Engle-Granger tau-statistic	-1.019486	0.8984
Engle-Granger z-statistic	-2.612504	0.9003

\*Mackinnon (1996) p-values.

Intermediate Results:

Rho - 1	-0.023197
Rho S.E.	0.022754
Residual variance	0.005062
Long-run residual variance	0.009786
Number of lags	1
Number of observations	81
Number of stochastic trends**	2

Figura 30-Resultados de la prueba de Causalidad

Tomando el valor p del estadístico Tau, se observa que  $p > \alpha$  y por lo tanto se acepta  $H_0$ ; por lo que las variables son independientes y no existe relación causística entre ellas, lo cual reafirma los resultados de la prueba de cointegración.

Al haber cumplido con los criterios de selección por medio de los resultados del conjunto de pruebas llevadas a cabo, se determinó que el modelo estocástico que representa de mejor forma la relación existente entre las variables descritas anteriormente para el período analizado es el siguiente:

$$\text{Precio de la mezcla mexicana} = 4.254685 - 0.002965 \cdot d(\text{IPC})$$

Donde la variable dependiente es el precio de la mezcla mexicana y la independiente es el valor del Índice de Precios y Cotizaciones de la bolsa mexicana, los que de acuerdo al modelo mantienen una relación inversa durante este período, representada por medio del coeficiente  $-0.002965$ .

## **Conclusiones y recomendaciones**

La creación y ajuste de un modelo econométrico de volatilidad entre el precio de la mezcla mexicana y el mercado bursátil mexicano para realizar pronósticos de las tendencias entre ambas variables por medio del software Eviews 9, permitió obtener resultados acertados con un porcentaje de error promedio de 6.6% en relación a la variable independiente y al conjunto de variables exógenas tomadas en cuenta para el análisis inicial.

El modelo VAR obtenido que permitió demostrar la transmisión de la volatilidad del precio de la mezcla mexicana, determinado por variables exógenas que incluyen implícitamente las fluctuaciones de los mercados de petróleo internacionales, al mercado bursátil mexicano durante el período comprendido entre enero 2010 a diciembre 2016 comprueba la relación inversa entre ambas variables al final de la etapa más aguda de la crisis, que congruentemente coincide con el inicio de la etapa de recuperación del ciclo económico estudiado.

En otras palabras, se demostró la existencia de un impacto de la actividad petrolera mundial en la economía de un país exportador en una situación de crisis de precios de una materia prima; ya que el mercado bursátil es un indicador de la economía de cualquier país y que para el caso de México se deben tomar en cuenta otros factores como el tipo de cambio, su capacidad de producción de petróleo, así como su demanda interna incluyendo el consumo de diversos derivados, siendo los combustibles los de mayor peso en la muestra.

Para el caso estudiado, se presenta un mínimo impacto que debe ser considerado al realizar estimaciones de crecimiento económico a corto plazo y recalando que sería posible implementar este modelo para estimaciones a mediano y largo plazo con los ajustes necesarios para períodos prolongados de análisis.

Uno de los principales objetivos de este trabajo fue dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas al inicio del mismo, por lo que con base a los resultados obtenidos se puede afirmar que si existe una repercusión ocasionada por un exceso de

## “Conclusiones y recomendaciones”

producción de petróleo en el mercado bursátil mexicano en el período 2010-2016 y que la magnitud del mismo es negativa para el período en cuestión con un coeficiente de -0.002965. Lo que en terminos reales representa un valor mínimo de cambio inverso, pero que sigue denotando una relación intrínseca entre variables.

Haciendo una comparación de estos resultados con los obtenidos por los investigadores citados en los antecedentes de este trabajo, se concluye que el caso mexicano contiene ciertas similitudes en cuanto a la tendencia de comportamiento inverso para ciertos mercados, principalmente aquellos que manejan un tipo de cambio con respecto al dolar americano y que son considerados como mercados emergentes (países de Africa y Asia).

En contraposición a esta situación se puede mencionar el caso del mercado americano, que para el inicio de la crisis se vio afectado como el resto del mundo pero tuvo una recuperación más rápida en comparación con el resto de los mercados y eso le permitió continuar aumentando los volúmenes de reservas a pesar de requerir grandes cantidades de petróleo importado para satisfacer su demanda interna.

Sin embargo, con la finalidad de obtener un modelo más robusto, se acepta que es posible mejorar la eficiencia del mismo ajustando diversos parámetros como el número de observaciones, la cantidad de variables independientes disponibles, el período a analizar, el empleo de variaciones en las mismas variables, (uso de logaritmos, primeras y segundas diferencias o longitud de rezagos) por citar algunas para proporcionar soporte a las aseveraciones aquí descritas no solo en un contexto específico, sino que pueda ser adaptado a una variedad de escenarios realizando ciertas adecuaciones.

## Bibliografía

Achraf Ghorbel , Mouna Abbas Boujelbene , Younes Boujelbene , (2014) "Behavioral explanation of contagion between oil and stock markets", International Journal of Energy Sector Management, Vol. 8 Iss: 1, pp.121 - 144.

Apaydin, M. (2014). Economic profitability of the Bakken, North Dakota unconventional oil plays based on a typical well performance with current market conditions (Order No. 1583283). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global.

Bouri, E. (2015). A broadened causality in variance approach to assess the risk dynamics between crude oil prices and the Jordanian stock market. Energy Policy, 85, 271.

Bouri, E. (2015). Return and volatility linkages between oil prices and the Lebanese stock market in crisis periods. Energy, 89, 365-371.

Fredj Jawadi, Mondher Bellalah, (2011) "Nonlinear mean reversion in oil and stock markets", Review of Accounting and Finance, Vol. 10 Iss: 3, pp.316 - 326.

Ftiti, Z., Guesmi, K., & Abid, I. (2016). Oil price and stock market co-movement: What can we learn from time-scale approaches? International Review of Financial Analysis, 46, 266-280. doi:10.1016/j.irfa.2015.08.011.

García Centeno, María del Carmen; Calvo Martín, Meri Emilia (2010), Estimación de modelos de volatilidad estocástica en series de rendimientos bursátiles. pp. 1-11

Ghorbel, A., Boujelbene, M. A., & Boujelbene, Y. (2014). Behavioral explanation of contagion between oil and stock markets. International Journal of Energy Sector Management, 8(1), 121-144.

Imarhiagbe, Samuel, (2010), *“Impact of oil prices in stock markets: empirical evidence*



## "Bibliografía"

*from selected major oil producing and consuming countries". Global Journal of Finance and Banking Issues Vol. 4. No. 4. 2010.*

Kang, W., Ratti, R. A., & Vespignani, J. (2016). The impact of oil price shocks on the U.S. stock market: A note on the roles of U.S. and non-U.S. oil production. *Economics Letters*, 145, 176-181. doi:10.1016/j.econlet.2016.06.008.

Mucci, S. A. (2015). Managing political and investment risk in the international oil and gas industry (Order No. 3705191). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1690904434).

Musibau Adetunji Babatunde, Olayinka Adenikinju, Adeola F. Adenikinju, (2013) "Oil price shocks and stock market behaviour in Nigeria", *Journal of Economic Studies*, Vol. 40 Iss: 2, pp.180 - 202.

Nazlioglu, S., Soytas, U., & Gupta, R. (2015). Oil prices and financial stress: A volatility spillover analysis. *Energy Policy*, 82, 278.

PADILLA, V., IRINA, F., & FLORES-ORTEGA, M. (2014). Análisis de la volatilidad del índice principal del mercado bursátil mexicano, del índice de riesgo país y de la mezcla mexicana de exportación mediante un modelo GARCH trivariado asimétrico. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía Y La Empresa*, 173-22.

Pinho, C., & Madaleno, M. (2016). Oil prices and stock returns: Nonlinear links across sectors. *Portuguese Economic Journal*, 15(2), 79-97. doi:10.1007/s10258-016-0117-6.

Tarak Nath Sahu , Kalpataru Bandopadhyay , Debasish Mondal , (2014) "An empirical study on the dynamic relationship between oil prices and Indian stock market", *Managerial Finance*, Vol. 40 Iss: 2, pp.200 - 215.

## **Páginas de Internet**

Glosario de Banco de México (octubre 2016)

<http://www.banxico.org.mx/divulgacion/glosario/glosario.html#M>

Precios Históricos de Mezcla Mexicana (diciembre 2016)

<http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/energeticos/precios-historicos.html>

Índice de Precios y Cotizaciones, IPC (diciembre 2016)

<https://es-us.finanzas.yahoo.com/q/ta?s=%5EMXX&t=5y&l=off&z=l&q=l&p=&a=&c=wti>

## Anexo

A continuación se presenta la lista de combinaciones obtenida por medio de la aplicación creada en el software MS Excel con conjuntos de 5 variables independientes donde:

- **Precio de referencia Brent [USD/bbl]:** brent
- **Precio de referencia WTI [USD/bbl]:** wti
- **Tipo de cambio USD/MXN:** tc
- **Exportaciones de petróleo crudo [MMUSD]:** x
- **Importaciones de petrolíferos [MMUSD]:**m
- **Pozos perforados [unidad]:** pp
- **Pozos terminados [unidad]:** pt
- **Equipos de perforación [unidad]:** eq

wti, brent, tc, eq, x
wti, brent, tc, eq, m
wti, brent, tc, eq, pp
wti, brent, tc, eq, pt
wti, brent, tc, x, m
wti, brent, tc, x, pp
wti, brent, tc, x, pt
wti, brent, tc, m, pp
wti, brent, tc, m, pt
wti, brent, tc, pp, pt
wti, brent, eq, x, m
wti, brent, eq, x, pp
wti, brent, eq, x, pt
wti, brent, eq, m, pp
wti, brent, eq, m, pt
wti, brent, eq, pp, pt
wti, brent, x, m, pp
wti, brent, x, m, pt
wti, brent, x, pp, pt
wti, brent, m, pp, pt
wti, tc, eq, x, m
wti, tc, eq, x, pp
wti, tc, eq, x, pt
wti, tc, eq, m, pp
wti, tc, eq, m, pt
wti, tc, eq, pp, pt
wti, tc, x, m, pp
wti, tc, x, m, pt
wti, tc, x, pp, pt
wti, tc, m, pp, pt
wti, eq, x, m, pp
wti, eq, x, m, pt
wti, eq, x, pp, pt
wti, eq, m, pp, pt
wti, x, m, pp, pt
brent, tc, eq, x, m
brent, tc, eq, x, pp
brent, tc, eq, x, pt
brent, tc, eq, m, pp
brent, tc, eq, m, pt
brent, tc, eq, pp, pt
brent, tc, x, m, pp
brent, tc, x, m, pt
brent, tc, x, pp, pt
brent, tc, m, pp, pt
brent, eq, x, m, pp
brent, eq, x, m, pt
brent, eq, x, pp, pt
brent, eq, m, pp, pt
brent, x, m, pp, pt
tc, eq, x, m, pp
tc, eq, x, m, pt
tc, eq, x, pp, pt
tc, eq, m, pp, pt
tc, x, m, pp, pt
eq, x, m, pp, pt