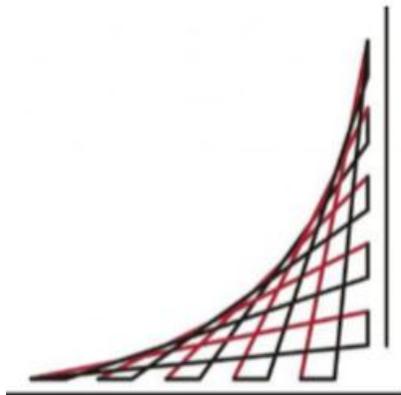


Precio del petróleo en Colombia: Impacto en la inflación y el desempleo (1987-2015).

CLASIFICACIÓN JEL: E24, E31, C01, C32

**TESIS PRESENTADA POR:
ANDRÉS FELIPE VARGAS HUMÁNEZ**



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO.

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2016.

Precio del petróleo en Colombia: Impacto en la inflación y el desempleo (1987-2015).

TESIS PRESENTADA POR:

ANDRÉS FELIPE VARGAS HUMÁNEZ

TUTOR:

ÁLVARO H. CHAVES

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO.

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ, 2016.

AGRADECIMIENTOS.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de aprendizaje, experiencias y mucha felicidad. A mis padres Lina Humánez y Albeiro Vargas por el apoyo incondicional que me brindaron en este proceso académico porque con su ayuda logré cumplir este anhelo.

A la Escuela Colombiana de Ingeniería por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de pregrado. A mis amigos, compañeros y profesores por el apoyo, por su tiempo, amistad y por cada una de los momentos vividos.

A ti Aura Cristina, porque me enseñaste que hay que luchar por los sueños por más grandes que parezcan. Q. E.P.D

RESUMEN.

El documento examina los efectos que genera el precio internacional del petróleo, específicamente el WTI, en la economía colombiana. El trabajo utiliza un marco teórico implementado por Blanchard y Galí (2005) en donde se hace una evidencia empírica que constata que el precio del petróleo puede influir en el comportamiento de las variables macroeconómicas; este modelo es llamado el “nuevo modelo Neokeynesiano estándar” y explica los canales de transmisión del precio del petróleo sobre la economía del país. Mediante la estimación de un modelo SVAR de forma reducida y la implementación de regresiones bivariadas, se encontró que el precio del petróleo a lo largo del tiempo ha tenido impactos diferentes, sin embargo, en los últimos años como consecuencia de la caída del precio del crudo el impacto en la inflación ha sido bajo. Por otro lado, se encontró que el empleo no se ve afectado significativamente por la variación en el precio del petróleo dado que no existe una causalidad entre las variables.

Palabras claves: Precio del petróleo, desempleo, inflación, salario real, PIB, canales de transmisión.

Clasificación JEL: E24, E31, C01, C32

ABSTRACT.

The paper examines the effects of the international oil price, specifically the WTI, on the Colombian economy. The work uses a theoretical framework implemented by Blanchard and Galí (2005) where empirical evidence is made that the price of oil can influence the behavior of macroeconomic variables; this model is called the "new standard Neo-Keynesian model" and explains the transmission channels of the oil price in the country's economy. By estimating an SVAR model of reduced form and applying bivariate regressions, it found that the price of oil over time had different impacts, however, in recent years as a consequence of the fall in the price of crude oil in inflation has been low. On the other hand, it was found that employment has not affected significantly by the variation in the price of petroleum since there is no causality among the variables.

Keywords: Oil price, unemployment, inflation, real wages, GDP, transmission channels.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 Contexto Internacional.....	7
2.2 Contexto Nacional.....	9
3. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 MODELO NEOKEYNESIANO ESTÁNDAR.....	11
3.1.1 Comportamiento de Salarios.....	14
3.1.2 Rol de la Política Monetaria.....	14
3.1.3 Actividad Petrolera y la Macroeconomía colombiana.....	15
3.2.1 Sector Público.....	16
3.2.2 Sector Externo.....	18
3.2.3 Otros.....	20
4. HECHOS ESTILIZADOS.....	22
4.1 PRECIO DEL PETRÓLEO.....	22
4.2 INFLACIÓN Y DESEMPLEO.....	26
5. METODOLOGÍA.....	30
5.1 RESULTADOS.....	32
.....	34
5.1.1 Estimación del SVAR.....	34
5.1.2 Regresiones Bivariadas.....	37
6. BIBLIOGRAFÍA.....	41
7. ANEXOS.....	45
7.1 ANEXO 1 – DATOS.....	45
7.2 ANEXO 2 – Pruebas y resultados del modelo SVAR.....	46

1. INTRODUCCIÓN.

Desde los años ochenta, el sector petrolero se ha posicionado como un sector líder que jalona la economía del país obteniendo grandes niveles de renta externa, incluso por encima de *commodities* tradicionales como el café o el carbón. Con la bonanza petrolera, se dio un proceso de crecimiento a mediados del 2000 que, junto a los favorables términos de intercambio, mejoró las exportaciones del crudo y con ello aumentó la inversión en el sector lo que permitió incrementar sus niveles de productividad. Aun así, la producción de petróleo en Colombia no tiene impacto en las economías internacionales ya que su participación es muy pequeña, y por lo tanto, se considera un país tomador de precios¹.

Desde el punto de vista económico, existe una relación significativa entre el sector petrolero y las principales variables macroeconómicas (inflación, desempleo, PIB, salarios). Ante choques exógenos en el precio del petróleo, se ven afectados: el sector público (los ingresos fiscales por impuestos, regalías y transferencia de utilidades de Ecopetrol), el sector externo (la inversión extranjera directa, el comercio exterior, los términos de intercambio y el mercado cambiario) y, por último, otras variables macroeconómicas que son de mayor interés en este trabajo como la inflación y el desempleo.

Hoy en día, el precio internacional del petróleo se ha visto afectado por hechos mundiales, como la desaceleración económica y la apreciación del dólar, que perjudican en gran medida la economía de nuestro país. Así, se ha despertado una gran incertidumbre sobre lo que pueda pasar con el precio del petróleo sobre todo para aquellos países como Colombia cuyas exportaciones dependen en gran medida del sector petrolero.

Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo es analizar y cuantificar el grado en que la variación del precio del petróleo afecta las variables macroeconómicas inflación y desempleo en Colombia, durante el periodo comprendido entre 1987 y el 2015. Lo anterior se hará mediante la estimación de un VAR estructural, cuya ventaja es que permite identificar los canales de transmisión de los efectos del precio del petróleo sobre la macroeconomía.

¹ Colombia exporta las principales referencias de Castilla y Vasconia, éstas tienen características que los hacen menos apetecidos por los compradores, lo que quiere decir que las petroleras y el fisco reciben un menor valor por cada barril vendido. Esto hace que sea un país tomador de precios, ya que la producción de crudo no tiene efectos en la cotización internacional de esta materia prima. (Perilla, 2010; López et al, 2013).

El trabajo se estructura en seis secciones siendo esta introducción la primera. En la sección dos se presenta la revisión de literatura tanto internacional como nacional que analiza el vínculo entre precios del petróleo y macroeconomía. En la sección tres se presenta el marco teórico cuya finalidad, en primera instancia, es describir el modelo neokeynesiano estándar que analiza las relaciones de causalidad entre el precio del petróleo y el nivel de actividad económica, sugeridas por la teoría económica y, a partir de este, describir la importancia del sector petrolero colombiano. En la cuarta parte se describen los principales hechos estilizados del fenómeno para el caso colombiano. En la quinta parte se describe la metodología relacionada con la estimación de un VAR estructural, y aquí mismo se presentan los resultados obtenidos de la estimación. La última sección presenta las conclusiones finales del trabajo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

En esta sección se presenta una revisión de los principales trabajos y las distintas posturas acerca del impacto que tiene el precio del petróleo en la economía. A partir de la evidencia empírica se busca constatar que el precio del petróleo puede influir en el comportamiento de las variables macroeconómicas, y así, alterar la actividad económica del país, a partir de una revisión de algunos de los trabajos que los vinculan, los resultados de esta revisión se presentan a continuación:

2.1 Contexto Internacional.

Rasche & Tatom (1977) (como se citó en Vigoya L, 2015), analizan la interrelación entre el precio del petróleo, la inflación, el nivel de empleo y el stock de capital, se concluye que el precio del petróleo es un determinante significativo. La evidencia empírica que ofrecen los autores, muestra que, en promedio, una variación en el precio del petróleo podía aumentar la inflación entre 4 y 5 puntos porcentuales y afectar de manera negativa el PIB.

Otros autores han observado que los cambios en el precio del petróleo en los mercados mundiales parecen tener un efecto significativo sobre la actividad económica. Rasche y Tatom (1981), Darby (1982), Hamilton (1983, 1996), y Burbidge Harrison (1984), Gisser y Goodwin (1986), Mork (1989), Carruth, Hooker, y Oswald (1994), y otros autores argumentan que los shocks petroleros fueron responsables de sustanciales fluctuaciones agregadas en las últimas décadas.

Bruno y Sachs (1985), fueron los primeros en analizar a profundidad los efectos de los precios del petróleo de la década de 1970 en la producción y la inflación en los principales países industrializados (Estados Unidos, Alemania, Francia). A su vez, analizaron la relación existente entre el desempleo y el tipo de institución que determina el salario de los países industrializados. Los autores concluyen que las economías centralizadas se comportaron relativamente bien frente a la crisis petrolera.

Por otro lado, Hamilton (1983, 1996), sostiene que los cambios de precios del petróleo siguen siendo importantes para la macroeconomía. En 1983 encontró que existía una correlación negativa entre el alza del precio del petróleo y las fases de recesión en el ciclo económico: la mayoría de las recesiones en Estados Unidos fueron precedidos por los aumentos en el precio del petróleo.

Rotemberg y Woodford (1996), presentan nuevos hechos sorprendentes sobre los efectos de los aumentos de precios del petróleo sobre la actividad económica de Estados Unidos, argumentaron que era difícil de explicar la magnitud de estos efectos en la década de 1970. Demuestran que la modificación del modelo de crecimiento neoclásico estándar suponiendo que la competencia es imperfecta hace que sea más fácil para explicar el tamaño de las disminuciones en los salarios reales que siguen los aumentos en el precio del petróleo.

Hooker (2002), estima los efectos de los cambios en los precios del petróleo en Estados Unidos para antes y después de 1980. Encuentra que un choque en la oferta de petróleo suele causar una reducción temporal en el crecimiento del PIB real, y provoca una volatilidad en la inflación. Las respuestas típicas incluyen una caída en el salario real, un incremento en las tasas de interés a corto plazo y una depreciación de la moneda con respecto al dólar.

Lescaroux y Mignon (2002), afirman que el precio del petróleo impacta en la actividad económica de Francia mediante varios canales de transmisión, investigan los vínculos existentes entre los precios del petróleo y las variables macroeconómicas y financieras. Consideran las siguientes variables de la actividad económica: el producto interno bruto (PIB), el índice de precios al consumidor (IPC), el consumo de los hogares, la tasa de desempleo y precios de las acciones. Uno de los resultados más interesantes es la fuerte causalidad que hay entre los mercados de valores (precios de las acciones) y el petróleo.

Otros autores afirman que el papel que juega la política monetaria es fundamental para moderar los efectos de choques externos y que las políticas implementadas son las que afectan el comportamiento de las variables macroeconómicas.

En efecto, Barsky y Kilian (2002), sostienen que los grandes aumentos de los precios del petróleo no eran tan esenciales para explicar el mecanismo causal que genera la estanflación de la década de 1970. Por el contrario, muestran que las expansiones y contracciones monetarias pueden generar estanflación de magnitud realista, incluso en ausencia de perturbaciones de oferta. Además, las fluctuaciones monetarias ayudan a explicar los movimientos históricos de los precios del petróleo de 1973-1974.

Por su parte, Blanchard y Gali (2007), analizan el cambio en la política monetaria, concluyendo que este pudo ser responsable de la respuesta diferencial de la crisis económica del petróleo, en particular, el mayor compromiso de los bancos centrales para mantener una tasa baja y estable de la inflación, que se refleja en la amplia adopción de estrategias de inflación que afectan la economía.

Por último, Herrera y Pesavento (2007) y Edelstein y Kilian (2007) también documentan los efectos de la crisis petrolera en una serie de variables agregadas utilizando un enfoque de Vectores Autorregresivos (VAR) y analizan el papel de la política monetaria en la respuesta de la producción, los precios, inventarios, ventas y la disminución general de la volatilidad ante choques de oferta. Concluyen que la economía de Estados Unidos ha experimentado una reducción de la volatilidad desde mediados de la década de 1980 consecuencia de la crisis y la respuesta de la política monetaria ha tenido efecto significativo en el comportamiento de la crisis de los setenta.

2.2 Contexto Nacional.

En Colombia se han realizado varios estudios empíricos para abordar el análisis del impacto que tiene el petróleo en la economía del país. Perilla (2009), investiga los efectos de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. Los resultados sugieren que existe un efecto simétrico de los precios al crecimiento agregado y sectorial. Los impactos sectoriales dinámicos, con base en modelos VAR estructurales confirman que los efectos son simétricos y explican significativamente cambios sobre el producto sectorial en los sectores más vinculados con el petróleo y sus derivados.

Por otro lado, Toro, J y Garavito, A. (2015), hacen un análisis descriptivo del choque petrolero reciente y de sus determinantes, así como de sus implicaciones para la economía colombiana. A la fecha, el desplome de los precios ha afectado los términos de intercambio del país y con ello el ingreso nacional, impactando las cuentas externas y la tasa de cambio, las finanzas públicas, la confianza de los mercados y el riesgo país. Lo anterior se ha traducido en una significativa desaceleración de la actividad económica. La respuesta de política económica ha sido coherente con un sólido marco institucional previamente establecido, que ha propiciado un ajuste ordenado de la economía a las nuevas circunstancias externas. Entre las características más importantes de dicho marco de política se destacan un régimen de inflación objetivo con flexibilidad cambiaria, una regla fiscal para el Gobierno Nacional y una política macro-prudencial que aboga por la estabilidad financiera.

Melo-Becerra, L., Parrado-Galvis, L., Ramos-Forero., J & Zarate-Solano, H. (2016), describen la importancia del petróleo en la economía colombiana y cuantifican su impacto sobre la deuda del gobierno, la tasa de cambio real y la actividad económica en los últimos treinta años. Para el ejercicio empírico se utiliza una metodología de Vectores Autoregresivos con parámetros cambiantes en el tiempo, VAR-PCT. De acuerdo con las funciones impulso respuesta, los choques positivos al precio del petróleo no causaron efectos significativos sobre la tasa de cambio real. No obstante, para enero de 2015, un choque negativo al precio del 10% generaría una depreciación real de aproximadamente 8%. Así mismo, un choque positivo al precio no afectaría la deuda del gobierno en los periodos junio de 1999 y enero de 2007. Sin embargo, un choque negativo al precio en enero de 2015 del 10% reflejaría un aumento de la deuda anual hasta de 8.9%.

3. MARCO TEÓRICO.

Desde la década de los setenta con la crisis petrolera a nivel mundial, muchos economistas comenzaron a preguntarse cuál sería el impacto que traerían los bajos precios del petróleo a la economía, principalmente en los países desarrollados. Para la elaboración de un análisis de corte teórico y empírico es muy importante, relacionar el impacto de choques del precio del petróleo en el nivel de actividad económica, con el fin de reformar la literatura económica e identificar los diferentes canales de transmisión del impacto de los precios del petróleo sobre la economía colombiana.

3.1 MODELO NEOKEYNESIANO ESTÁNDAR.

Siguiendo el trabajo de Blanchard y Galí (2007), se plantea un modelo macroeconómico que tiene en cuenta los efectos de los choques en el sector petrolero. Los autores analizaron el impacto que tendría un choque petrolero² en las variables macroeconómicas (Inflación, desempleo, PIB, Salarios) de diferentes países entre 1970 - 2000, encontraron que estas variables se ven afectadas en solo algunos periodos debido no solo a la variación del precio del petróleo sino también a otras variables como lo son el comportamiento de los salarios y la política monetaria.

Con el fin de realizar el análisis, se parte del modelo Neokeynesiano estándar con los siguientes supuestos: (1) que está compuesto por n agentes (empresas, hogares, gobierno), (2) la existencia de una economía pequeña y abierta, (3) un banco central e independiente. Por último, se agregan dos modificaciones al modelo: En primer lugar, el petróleo se introduce como un *input*³ tanto en el consumo como en la producción. En segundo lugar, se tiene en cuenta la rigidez de los salarios reales. El petróleo es una materia prima fundamental utilizada por las empresas en la producción y por los consumidores para su consumo.

La producción está dada por: $q_t = a_t + \alpha_n n_t + \alpha_m m_t$

Donde q_t es la producción bruta; a_t es un parámetro tecnológico exógeno; n_t es la mano de obra; m_t es la cantidad de petróleo importada⁴ para la producción; y $a_t + \alpha_n \leq 1$.

El consumo está dado por un índice ponderado en donde en la canasta existen bienes de consumo doméstico y externo, es: decir: $c_t \equiv (1 - x)c_{q,t} + xc_{m,t}$

Donde c_t es el consumo; $c_{q,t}$ es el consumo de la producción nacional; y $c_{m,t}$ es el consumo de petróleo importado.

Es importante distinguir entre los precios de producción doméstica $p_{q,t}$; y los precios de consumo de petróleo $p_{c,t}$. Donde $p_{m,t}$ es el precio del petróleo, y $s_t \equiv p_{m,t} - p_{q,t}$ es el precio

² Hace referencia a una caída en el precio internacional del petróleo como la de la crisis del 2008-2009 y la crisis actual del sector petrolero.

³ Es un término de la matriz insumo-producto: input: Es la entrada (materias primas o bienes intermedios para producir otros bienes) y output: Es la salida o bienes finales.

⁴ Si bien Colombia no se caracteriza como país importador neto de petróleo, es relevante conocer el canal de transmisión de la producción que tiene el precio del petróleo.

relativo o real del petróleo. A partir de la definición del consumo, la relación entre el precio del consumo y el precio de la producción interna está dada por:

$$(1) p_{c,t} = p_{q,t} + x s_t$$

La expresión (1) implica que ante un aumento en el precio real del petróleo éste conlleva a un aumento en el precio del consumo con relación al precio de la producción nacional.

Hogares

El comportamiento de los hogares se caracteriza por dos ecuaciones. La primera, es una condición para el consumo intertemporal:

$$(2) c_t = E_t\{c_{t+1}\} - (i_t - E_t\{\pi_{c,t+1}\})$$

Donde i es la tasa de interés nominal, y $\pi_{c,t+1} \equiv p_{c,t} - p_{c,t-1}$ es la variación del IPC, es decir, la tasa de inflación.

La segunda condición caracteriza la oferta de trabajo. Si el mercado de trabajo es perfectamente competitivo, la oferta de trabajo sería implícitamente dada por:

$$w_t - p_{c,t} = c_t + \phi n_t$$

Donde w_t es el salario nominal, y n_t es el empleo. Esta condición indica que el salario en términos reales debe ser igual a la tasa marginal de sustitución entre el consumo y el ocio. La rigidez de los salarios⁵ reales mediante la siguiente ecuación:

$$(3) w_t - p_{c,t} = (1 - \gamma)(c_t + \phi n_t)$$

Donde el parámetro $\gamma \in [0,1]$ indica el grado de rigidez salarial. La ecuación (3) captura de una manera parsimoniosa la noción de que el salario real no puede responder a las condiciones de mercado de trabajo, esto se debe a que una perturbación de oferta altera los costes de producción y afecta los precios que cobran las empresas que se ve reflejado en los salarios de los trabajadores y en algunos caso del empleo de los mismos. Es así, que un

⁵ Es la incapacidad de los salarios para ajustarse con el fin de equilibrar la oferta y la demanda de trabajo. Mankiw, G. N. (2000).

aumento en los precios del petróleo es una perturbación de oferta porque impacta significativamente los costes de producción y los precios.

Empresas

Dada la función de producción, la minimización de costos de producción implica que la demanda de petróleo por parte de las empresas está dada por $m_t = -\mu_t^p - s_t + q_t$, donde μ_t^p es el precio de mercado. El *Output* es una función decreciente del precio real del petróleo, dado el empleo y la tecnología. La combinación de las condiciones que minimizan los costos del petróleo y mano de obra, están dados por:

$$(4)(1 - \alpha_m)(w_t - p_t) + (\alpha_m + (1 - \alpha_m)x)s_t + (1 - \alpha_n - \alpha_m)n_t - a_t + \mu_t^p = 0$$

Teniendo en cuenta la productividad, un aumento en el precio real del petróleo debe conducir a uno o más de los siguientes ajustes: (a) Un menor salario real, (b) menor empleo, y (c) un bajo margen de beneficio sobre costos *markup*. El salario real consistente con las elecciones de los hogares (rigidez de los salarios reales) está dada por la ecuación (3), y depende del consumo y el empleo. A su vez, el salario real consistente con la frontera de precios de los factores de las empresas está dado por la ecuación (4) y depende del precio real del petróleo, el margen de beneficio y el empleo.

Las relaciones (3) y (4) implican que el margen de beneficio es una función del insumo, el empleo y el precio real del petróleo. Al resolver para el consumo bajo el supuesto que el comercio está equilibrado, es decir existe equilibrio en el balance externo: $c_t = q_t - xs_t + \eta\mu_t^p$

Donde $\eta \equiv \alpha_m / (\mathcal{M}^p - \alpha_m)$, con \mathcal{M}^p que denota el margen de beneficio bruto en estado estacionario. Combinando esta ecuación con la función de producción en forma reducida, se obtiene el consumo en función del empleo, la productividad, el precio real del petróleo, y el margen de beneficio.

Se asume que las firmas tienen poder de fijación de precios, tal como se hace en modelo de Calvo (1983), un supuesto que se obtiene de la siguiente ecuación log-nivel de la inflación de los precios de la producción interna.

$$(5)\pi_{q,t} = \beta E_t\{\pi_{q,t+1}\} - \lambda_p \mu_t^p$$

La ecuación (5) muestra que la tasa de inflación actual ($\pi_{q,t}$) depende de la tasa de inflación de periodos anteriores y del margen de beneficios sobre – costos (markup).

Utilizando la expresión para el *markup*, se obtiene la expresión para la doméstica partir de las ecuaciones (2) y (5):

$$(6)\pi_{q,t} = \beta E_t\{\pi_{q,t+1}\} + \lambda_p \Gamma_n n_t + \lambda_p \Gamma_s s_t - \lambda_p \Gamma_a a_t$$

La ecuación (6) indica que la inflación actual depende de la inflación del pasado, del nivel de empleo, del precio del petróleo y de la productividad. Adicionalmente, se puede identificar la causalidad que hay entre las variables independientes y la inflación, al igual que la magnitud de cada una. En el caso del empleo y el precio del petróleo tienen un efecto al alza de la inflación, por el contrario, la productividad la disminuye.

3.1.1 Comportamiento de Salarios.

Al introducir la rigidez de los salarios reales, se genera un *trade off*⁶ negativo con relación a la volatilidad de la inflación y positivo con la volatilidad del PIB. Para efectos de cuantificar las relaciones de causalidad y el impacto del precio del petróleo sobre el desempleo y la inflación, recogemos del trabajo de estos autores los siguientes hechos que se derivan de la teoría económica:

De acuerdo con Blanchard y Gali (2007), si aumenta el precio real del petróleo se esperara un aumento de las rigideces de los salarios reales, lo que a su vez estará asociado con un aumento del desempleo. El resultado reportado por los autores en el trabajo indica que la disminución de los salarios reales, aumentó el desempleo en la década de 1970. Esto sugiere, a su vez, una disminución de la rigidez de los salarios reales.

3.1.2 Rol de la Política Monetaria.

Los Bancos Centrales juegan un papel fundamental en mantener una inflación baja y estable y con ello ganar credibilidad frente los agentes económicos. El papel de la política monetaria en el modelo teórico se presenta bajo el esquema de la credibilidad que tiene los agentes económicos sobre las autoridades monetarias, que hoy en día es reconocido a nivel mundial.

⁶ Es una relación de sustitución entre dos o más alternativas.

El modelo de la credibilidad parte del supuesto que el banco central sigue una regla de tasa de interés, es decir fija una tasa de interés acorde con la evolución de la inflación:

$$i_t = \phi_\pi \pi_{q,t}$$

En otras palabras, la tasa de interés se ajusta como instrumento de política a cambios en la inflación y la actividad económica, esta última descrita mediante la brecha del producto. Al conectar las decisiones de la tasa de interés directamente con la inflación y la actividad económica, la regla de Taylor es una herramienta útil para estudiar la política monetaria mientras se abstrae de detalles de la demanda y oferta de dinero. Y adicionalmente, parece ser considerablemente valiosa a la hora de ser incluida en los estudios de previsibilidad de la tasa de cambio.

Por su parte, el público supone que percibe las decisiones de política monetaria realizadas por el banco central, a partir de la siguiente expresión $i_t = \phi_\pi(1 - \delta)\pi_{q,t} + v_t$

En donde v_t es tomado por el público como un choque de política monetaria exógena, y $\delta \in [0, 1]$ se puede interpretar como una medida de la falta de credibilidad. Otro elemento importante del modelo de credibilidad es el relacionado con la tasa de inflación que el banco central trata de estabilizar, a partir de la siguiente relación: s:

$$(7)\pi_{c,t} = \frac{a}{1-b\delta\phi_\pi} s_t + x\Delta s_t$$

La ecuación (10) dice que la estabilización de la inflación por parte de la autoridad central depende positivamente de la variación en el precio del petróleo y negativamente del parámetro δ , es decir del parámetro de credibilidad por parte del público. En este sentido, si el parámetro δ aumenta, es decir si la credibilidad del público de que el banco central reducirá la inflación aumenta, entonces la tasa de inflación actual disminuirá. Por el contrario, si δ se reduce, menor credibilidad del público en las políticas del banco en reducir la inflación, mayor será la tasa de inflación actual.

3.1.3 Actividad Petrolera y la Macroeconomía colombiana.

Colombia se ha caracterizado por ser un país rico en recursos naturales, ha sido productor de materias primas que han impactado significativamente la economía del país como algunos destacados del siglo XX entre ellos el café, el tabaco, el azúcar, entre otros. Desde 1953 con

el primer hallazgo de petróleo, por acompañantes de Gonzalo Jiménez de Quesada, la economía colombiana empieza a presentar cambios estructurales que se ven reflejados hasta el día de hoy.

A partir de este hecho histórico y debido a la falta de tecnología y capital, el Gobierno se vio obligado a invertir en el sector petrolero, ya que el petróleo se catalogaba como una fuente de energía incluso mejor que el carbón, que se reflejaba como un recurso provechoso que traería crecimiento económico al país.

“Durante los primeros años se realizaron grandes inversiones en obras de infraestructura, dentro de las cuales sobresalen la refinería de Barrancabermeja en 1922, y el oleoducto entre Barranca y Cartagena en 1926 (Perry y Olivera, 2009). Más adelante se destacan el oleoducto Tibú - Coveñas en 1933 y la refinería de Cartagena cuya operación se inició en 1953. En 1951 se fundó la Empresa Colombiana de Petróleos – Ecopetrol – con los activos revertidos de la concesión de Mares por parte de la “Tropical Oil CO” de los Estados Unidos” (Melo-Becerra & Parrado-Galvis, 2016, pág. 3).

Desde entonces, la producción de petróleo en Colombia ha sido de gran consideración a lo largo de su historia estableciéndose como el principal generador de renta externa incluso por encima de *commodities* como el carbón y el café. Sin embargo, siendo un país exportador de petróleo, tiene una baja importancia en el contexto internacional, lo cual lo establece como un país tomador de precios.

El auge de la producción petrolera que se presenta desde la década de los ochenta ha permitido que este sector se vinculara con la economía del país. A continuación, se explicarán los canales de transmisión y algunos efectos que tiene la volatilidad del precio del petróleo sobre el nivel de actividad económica del país. Los canales que se analizarán son el sector público, el sector externo y otras variables macroeconómicas de gran relevancia.

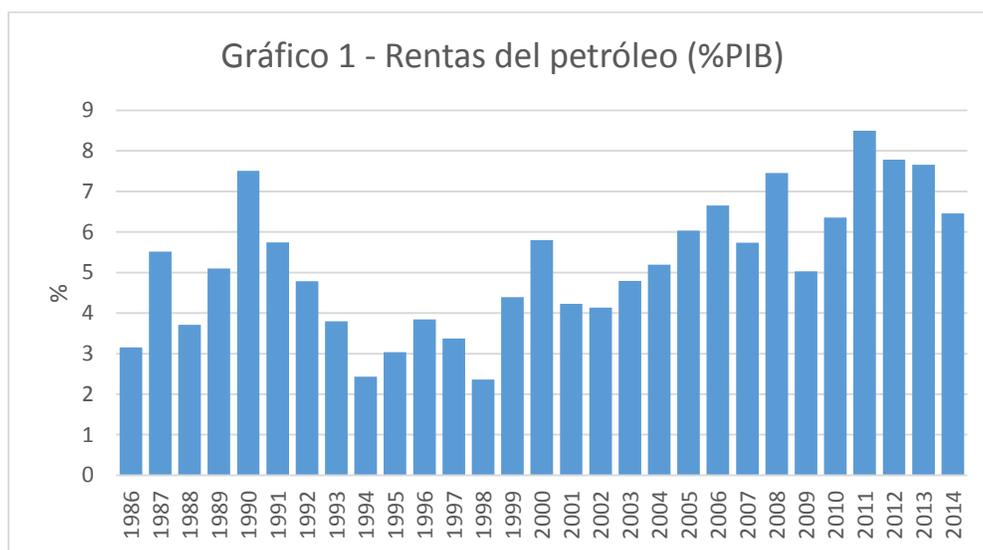
3.2.1 Sector Público.

En el sector público se encuentran los ingresos fiscales por impuestos, regalías y transferencia de utilidades de la estatal petrolera (Ecopetrol). La principal preocupación para un país petrolero, desde un punto de vista fiscal, es la volatilidad de los precios de ese producto, por

el efecto que puede tener sobre los ingresos fiscales. Si la dependencia de un país por los ingresos del petróleo es muy elevada, las consecuencias pueden llevar, en el largo plazo, a una reducción de su crecimiento (López E., Montes E., Garavito A & Collazos M. 2013).

Ante una variación en los precios del petróleo las cuentas fiscales se ven afectadas de manera directa. Los ingresos petroleros representan una renta significativa, que están constituidas principalmente por dividendos pagados por Ecopetrol y por el impuesto de renta a cargo del sector, para el Gobierno Nacional Central (GNC), tanto, que en varias ocasiones el gobierno ha logrado reducir su déficit, por lo tanto, una caída del precio internacional del petróleo impacta a la economía colombiana.

El gráfico 1, muestra las rentas del sector petrolero como porcentaje del PIB, mostrando una gran participación a lo largo del periodo que se fue incrementando a medida que el precio internacional del petróleo iba cambiando. Estas rentas son de gran utilidad para la economía del país como ya se había mencionado.



Fuente: Banco Mundial

Como afirman Melo-Becerra & Parrado-Galvis. (2016), las bonanzas de precios y/o cantidades de recursos naturales originan un aumento tanto en el flujo de impuestos y regalías como en el de utilidades de las empresas públicas que desarrollan actividades en el sector. Por el contrario, el agotamiento de los recursos o la reducción de su precio conducen a una

contracción de la actividad económica y a un ajuste de las finanzas del Estado y de la cuenta corriente de la balanza de pagos.

Bajo un escenario con el precio del petróleo a la baja, se tienen impactos adicionales. En primer lugar, las empresas modifican sus decisiones de inversión y de operación; en consecuencia, demandarán menos recursos de capital y mano de obra, así como servicios de sus proveedores locales. Podrá caer entonces el recaudo de impuestos y el empleo.

En segundo lugar, el gasto de funcionamiento e inversión del gobierno central se contrae. Esta situación obliga al gobierno a buscar alternativas de ingreso o a reducir el gasto público para evitar un aumento continuo del déficit y de la deuda que propicie una situación de insostenibilidad fiscal (Baffes, Kose, Ohnsorge y Stoker, 2015).

3.2.2 Sector Externo

La variabilidad del precio del petróleo tiene impacto en el sector externo que se traduce en modificaciones en la inversión extranjera directa, el comercio exterior, los términos de intercambio⁷ y el mercado cambiario.

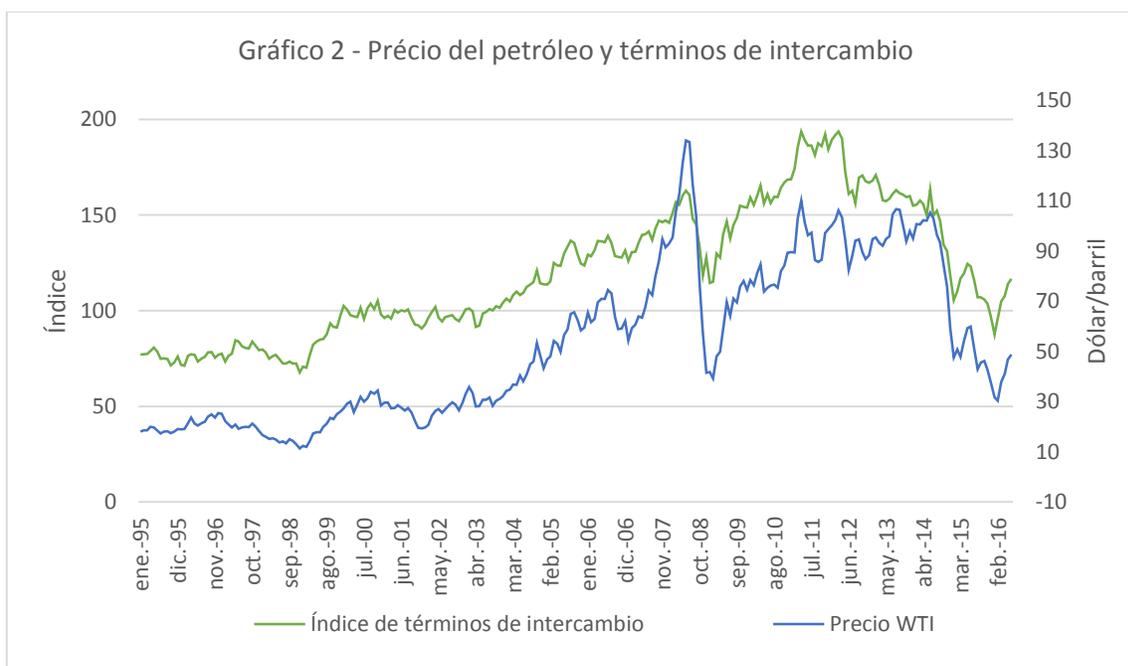
La inversión extranjera directa es esencial para la economía colombiana, ya que tiene altas restricciones de tecnología y capital, para la exploración, contratación y evaluación se requieren altos niveles de inversión. A su vez, para la producción de petróleo, es de gran importancia la demanda de insumos y servicios tanto nacionales como internacionales que se reflejan en las entradas de capital por inversión extranjera directa. Ante variaciones en el precio internacional del petróleo, se ve alterada la producción y la exportación del mismo que hace que las utilidades de los inversionistas extranjeros mejoren o no.

Según Toro & Garavito. (2016), los términos de intercambio son uno de los principales canales por el cual las variaciones del precio del petróleo inciden en el balance corriente del país. En el gráfico 2, se puede observar la evolución de los términos de intercambio y el precio del petróleo, identificando un comportamiento muy similar entre ambas series.

Los favorables términos de intercambio de los últimos años, como resultado de los altos precios del petróleo, le permitieron al país incrementar su ritmo de crecimiento a partir de

⁷ Los TI miden la evolución relativa de los precios de las exportaciones y de las importaciones de un país.

2004, y lograr una rápida recuperación de los efectos de la crisis financiera internacional en 2009, a partir del 2014 el precio del petróleo cayó y con ello los términos de intercambio esto se explica, principalmente, por el incremento del peso relativo de las exportaciones de petróleo.



Fuente: Cálculos propios sobre datos del Banco de la República e Index

El sector petrolero es un importante receptor de las entradas de capital, y esto se ve reflejado en la cuenta corriente, es así, que ante un choque petrolero y al mismo tiempo un ajuste en el tipo de cambio real, las exportaciones e importaciones se ven afectadas. El gráfico 2 muestra la participación las exportaciones del sector petrolero sobre el PIB, es de gran importancia para la producción nacional ya que representan en promedio el 3% del PIB, se puede identificar una tendencia positiva y un choque fuerte que afectó las exportaciones de petróleo. Ante un choque fuerte como el que se ve en 2015 debido a la caída internacional del precio del petróleo impacta de manera significativa los ingresos netos corrientes del sector y por ende afecta la cuenta corriente del país.



Fuente: Cálculos propios sobre datos del Banco de la República.

Finalmente, el mercado cambiario también está determinado por la actividad petrolera ya que esta juega un papel como oferente de divisas dentro del mercado. Los ingresos obtenidos por inversión extranjera directa (IED) y recursos obtenidos por exportaciones de Ecopetrol durante el periodo a estudiar han tenido un ritmo creciente y una alta participación en la oferta por IED. Es así, como ante variaciones en el precio del petróleo el efecto que se obtendría sería a través de dos canales. El primero, se modifica el valor de las exportaciones. El segundo, es la variación en los flujos de inversión extranjera directa.

3.2.3 Otros

El sector petrolero se vincula a otros sectores productivos de la economía como el mercado laboral a través de la demanda de mano de obra u otros canales como la compra y venta de insumos y bienes finales.

Hay varios canales de transmisión que impactan la inflación cuando baja el precio internacional del petróleo. En primer lugar, una devaluación fuerte incrementaría los precios de los bienes transables. Por su parte, la caída en el precio del petróleo afectaría a la baja la inflación de regulados⁸, ya que dicho *commoditie* es fundamental en la fijación del precio de los combustibles.

⁸ Regulados (combustibles, servicios públicos, transporte).

El sector petrolero tiene un papel fundamental en los precios de los combustibles, es así que ante choques de precios del petróleo la economía puede presentar presiones inflacionarias que puede generar un comportamiento sobre la economía. Actualmente, los precios nacionales de los combustibles incorporan los precios internacionales.

En Colombia el mercado de combustibles se ha visto afectado por el choque petrolero y las autoridades plantearon varios escenarios para mantener la estabilidad económica del país. Como argumenta Rincón (2009), se debía permitir que los precios finales al consumidor reflejaran plenamente el costo de oportunidad de su venta local mediante la transmisión completa de la variación de los precios internacionales a los precios internos. Además, se debía permitir una transmisión gradual de los precios internacionales, acompañada por una disminución de la participación de los impuestos en el precio final al público, que hace que el precio final de los combustibles y la inflación no se vean radicalmente afectadas.

De acuerdo con Rincón (2009), un choque del 10% sobre los precios de la gasolina y el ACPM aumentan la inflación en 0,85%. Dado que el efecto neto sobre el precio de la gasolina es de -22%, la variación del IPC total tendría presiones a la baja del orden del 1,95% compensando las presiones al alza de la inflación de transables por la depreciación.

Vargas (2011) realiza un estudio del mecanismo de transmisión del precio del petróleo a la inflación y concluye que, un aumento exógeno de 1% en la tasa de cambio nominal causa un incremento máximo de 0.064% en la inflación anual cuatro trimestres después. Teniendo en cuenta que la depreciación para el primer año es del orden del 28%, la inflación total se aceleraría 1,8% por cuenta de una aceleración en los precios de los transables.

Por otro lado, con choques transitorios una caída en el precio del petróleo aumentaría la tasa de desempleo con respecto al escenario base en los años posteriores al choque, retornando a tasas de desempleo de dos dígitos.

Cambios en los precios internacionales del crudo puedan afectar la inflación local por la vía de sus efectos sobre el precio de la gasolina y los costos de transporte. Una forma de ordenar los nexos que tiene la actividad petrolera con el resto de la economía es agruparlos en dos grandes categorías: i) de una parte, las relaciones macroeconómicas (sector público, sector externo, empleo, inflación y términos de intercambio) y ii) de otra, los vínculos

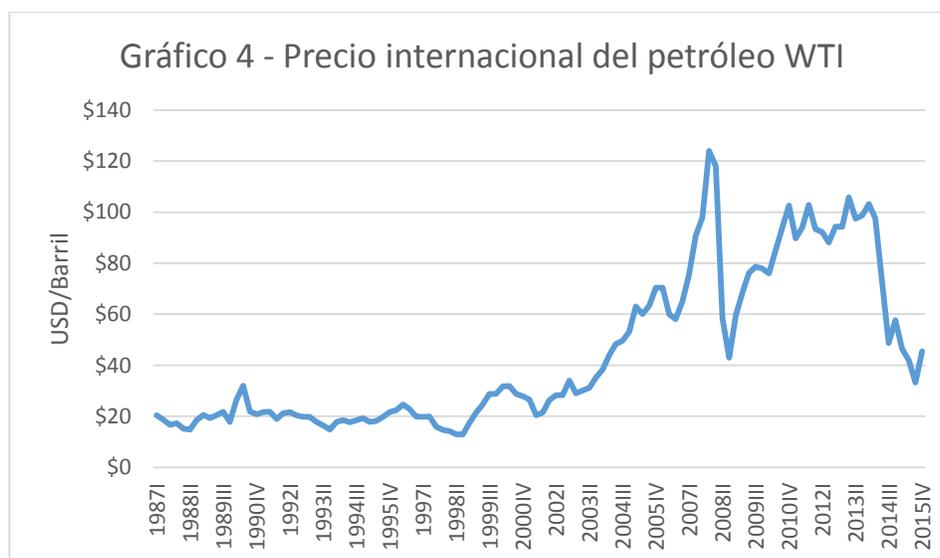
microeconómicos con el resto de la economía (encadenamientos con otras actividades productivas).

4. HECHOS ESTILIZADOS

A continuación, se realizará para cada variable a estudiar una descripción general, en la cual se explicará la evolución que ha tenido cada una durante el periodo a evaluar, y a su vez, los hechos históricos y políticos que impactaron significativamente a cada serie.

4.1 PRECIO DEL PETRÓLEO

El precio internacional del petróleo está determinado, principalmente, por la oferta y la demanda del crudo⁹, el papel de los países exportadores de petróleo (OPEP¹⁰) y el desarrollo del mercado financiero petrolero. Con el boom petrolero del siglo XX la economía colombiana se transformó. Se puede observar en el gráfico 4, la evolución del precio internacional del petróleo desde 1987-I hasta 2015-IV



Fuente: Index Mundi

El gráfico 4, muestra el precio medio trimestral del barril de West Texas Intermedio, medido en dólares estadounidenses. Antes de 1998 el precio internacional tuvo pocas fluctuaciones

⁹ Oferta y Demanda a través de tecnologías de extracción, factores geopolíticos, fuentes alternativas de energía, ciclo económico, comportamiento del dólar, tasas de interés internacional y expectativas de los agentes, entre otros.

¹⁰ Organización de Países Exportadores de Petróleo: Argelia, Angola, Ecuador, Indonesia, Irán, Irak, Kuwait, Libia, Nigeria, Catar, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos y Venezuela.

significativas. Hasta 1998 se empieza a ver un cambio significativo en los precios del crudo mostrando una tendencia creciente que llega hasta el 2006, en 2001 el precio del petróleo alcanzó un mínimo de USD25/barril debido al ataque terrorista del 11 de septiembre del mismo año.

A comienzos de 2003, se presenta un pico pronunciado en vísperas de la invasión de Irak la cual no termina bien para los precios ya que a finales del mismo año como consecuencia de la guerra de Irak los precios sufrieron un periodo de volatilidad ya que disminuyó la extracción del crudo en ese país. A mediados de 2006, los precios alcanzan los USD86/barril debido al conflicto entre Líbano e Israel, así como la crisis de misiles de Corea del Norte después de lo cual empezaron a caer de nuevo hasta enero de 2007, alcanzando un mínimo de USD 37/barril.

En junio de 2008, en plena crisis financiera en Estados Unidos, el precio del petróleo alcanzó su pico histórico en 20 años, llegando a situarse en USD144/barril tras la amenaza de Libia de cortar su producción del crudo, así como por tensiones entre Israel e Irán. A partir de 2008 los precios empezaron a caer coincidiendo con la crisis económica mundial, así como por el anuncio de levantar la prohibición de extracción de crudo dentro de Estados Unidos, esto tras el anuncio de George Bush como presidente, llegando a USD45/barril en diciembre de 2008. En enero de 2009 las tensiones en la Franja de Gaza hicieron que el precio del petróleo aumentara, antes de llegar a un nuevo mínimo en febrero de 2009 de USD43/barril.

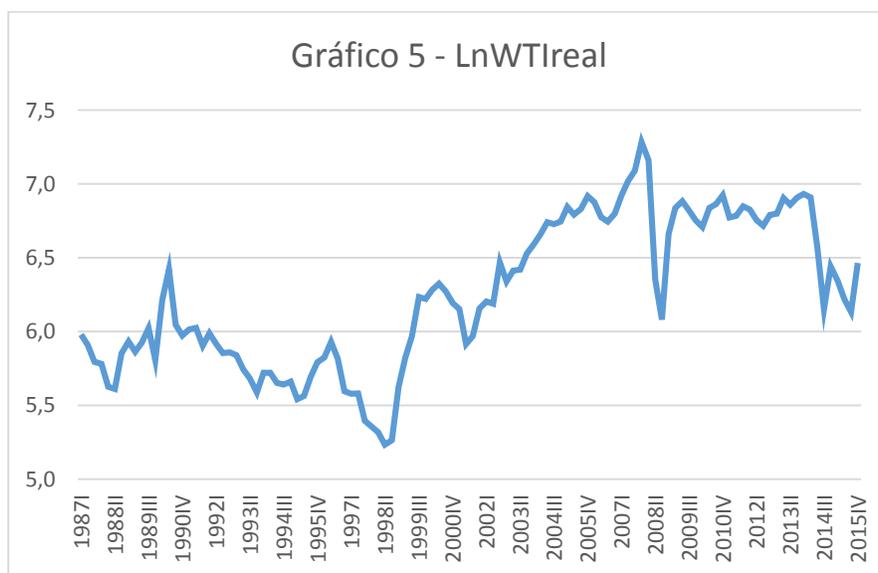
A principios de 2011, las tensiones que se registraron en Egipto, Libia y Bahreín propiciaron un nuevo crecimiento del precio del crudo, que en abril se situó en USD115/barril. Mientras la guerra civil en Libia fue el factor más importante tras la subida de los precios del crudo, la crisis en Grecia determinó la caída del precio el mismo año. El siguiente pico de USD110/barril alcanzado en enero del 2012 se debió a las amenazas de Irán de cerrar el Estrecho de Ormuz¹¹ en respuesta a las sanciones impuestas por Estados Unidos debido al programa nuclear iraní. La crisis iraní marcó los altibajos del precio del crudo durante todo

¹¹ Es la clave para el control del petróleo mundial, un estrecho (brazo de mar) angosto entre el golfo de Omán, localizado al sudeste, y el golfo Pérsico, al sudoeste. En la costa norte se localiza Irán y en la costa sur el exclave omaní de Musandam.

el año. En agosto de 2012, a ello se unió la guerra civil en Siria, que también hizo subir los precios de nuevo.

El nuevo pico de USD109/barril de julio de 2013 se debió al conflicto interno en Egipto, mientras que el último pico del precio de USD105/barril se registró en junio de 2014 debido al auge del Estado Islámico en Irak y luego en Siria. La crisis en Ucrania también contribuyó a la subida de precios. La explotación del petróleo en Estados Unidos; el auge de producción de petróleo por parte de los países de la OPEP, así como la desaceleración del mercado en Europa y Asia, entre otros factores, precipitaron la caída drástica del precio del crudo, que alcanzó su cota mínima en enero y en marzo de 2015 llegando a los USD47/barril.

El gráfico 5, muestra la misma variable *West Texas Intermediate*, ahora normalizado por el deflactor del IPP de Colombia, y se mide en logaritmos naturales. Esta transformación nos da una mejor idea de la magnitud de los cambios en el precio real del petróleo. Como la figura deja claro, estos cambios han sido a menudo muy grandes, y se concentra en periodos relativamente cortos de tiempo.



Fuente: Cálculos propios sobre datos de Index Mundi

La tabla 1, muestra el comportamiento del precio del petróleo durante el periodo a estudiar. Se resaltan las seis submuestras identificadas en la Figura 1 y de éstas, se escoge la variación máxima en el precio y a su vez se identifica la fecha exacta. Esto es clave para estudiar

aquellos periodos que tal vez pudieron afectar a las variables macroeconómicas de interés en esta investigación.

Tabla 1 Comportamiento del precio internacional del petróleo

	Periodo	50% subida	fecha	Max log \$	cambio %	Max log real	cambio %
Estabilidad	1987:1-1998:1	1990II		45,1		8,02	
Aumento sost.	1998:2-2006:3	1999III		80,31		16,91	
Aumento pronunciado	2006:4-2008:1	2007IV		64,63		6,87	
Caída pronunciada	2008:2-2008:4	2008II		-43,91		-8,94	
Aumento sost.	2009:1-2013:3	2009III		60,46		11,48	
Caída pronunciada	2013:4-2015:4	2013IV		9,09		2,85	

Fuente: Cálculos propios sobre datos de Index Mundi

Como ya se ha mencionado, la producción de petróleo en Colombia ha tenido una evolución importante a lo largo del periodo a estudiar, y se ha constituido como un generador de ingresos externos. Desde los años ochenta, la política petrolera ha presentado modificaciones que han impulsado la explotación y distribución de los ingresos generados por el sector. Gracias a estos cambios se incrementó la inversión extranjera directa que financió la inversión en la actividad petrolera e impulsó la exploración, como resultado se hizo un gran descubrimiento de yacimiento, Caño Limón.

A partir de 1990, Colombia enfrentó intensos cambios en materia económica. La apertura económica fue un gran motor para el surgimiento de nuevos mercados no tradicionales de exportación, sumado a esto, en este periodo en Colombia se dan dos grandes descubrimientos, Cusiana y Cupiagua¹² respectivamente, de gran aporte a la producción del crudo. En 1993, el país solo tenía ocho pozos petroleros llevando a la exploración a niveles bajos.

¹² El yacimiento de Cusiana, en el área de los Llanos orientales es el mayor yacimiento petrolero descubierto hasta hoy en Colombia.

Luego de un período de reducción de la producción petrolera, en 2003 se estableció un cambio con el fin de fortalecer la institucionalidad del sector con la creación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), el cual se transformó después a Ecopetrol, que ejerció un rol de mayor protagonismo y a su vez una mayor producción petrolera.

Desde entonces, el petróleo ha sido sin duda uno de los protagonistas del panorama económico, tras veinte años con el precio real del crudo casi siempre por debajo de los USD25/barril, en 2003 comenzó una escalada que culminó con un máximo histórico de USD147/barril en 2008 para caer hasta los USD40/barril en diciembre del mismo año¹³. Según el DANE (2016), actualmente, la caída de los precios del petróleo ha incidido negativamente en la economía colombiana.

La actividad petrolera en Colombia se ha convertido en una de las más relevantes en la economía del país, ya que se ha establecido como el principal generador de renta externa. Actualmente la variabilidad del precio del petróleo ha despertado gran preocupación a nivel mundial, especialmente a aquellos países que se encargan de la extracción y producción de petróleo. Colombia al ser un país productor de petróleo se ve afectado por los choques en el precio de este *commodity* porque no solo perjudica la productividad del país, sino también otras variables macroeconómicas entre ellas la inflación y la tasa de desempleo.

4.2 INFLACIÓN Y DESEMPLEO

La inflación está afectada por los *shocks* de oferta que relaciona al productor, que ante variaciones de los precios del insumo se ve afectada la producción; los *shocks* de demanda, que se relaciona con la política fiscal y/o monetarias que afectan la demanda agregada; y la inercia inflacionaria, que consiste en la conexión que hay entre la inflación del pasado y la actual. Estos factores pueden causar variaciones en la demanda o en la oferta de bienes y servicios, y se refleja en los precios.

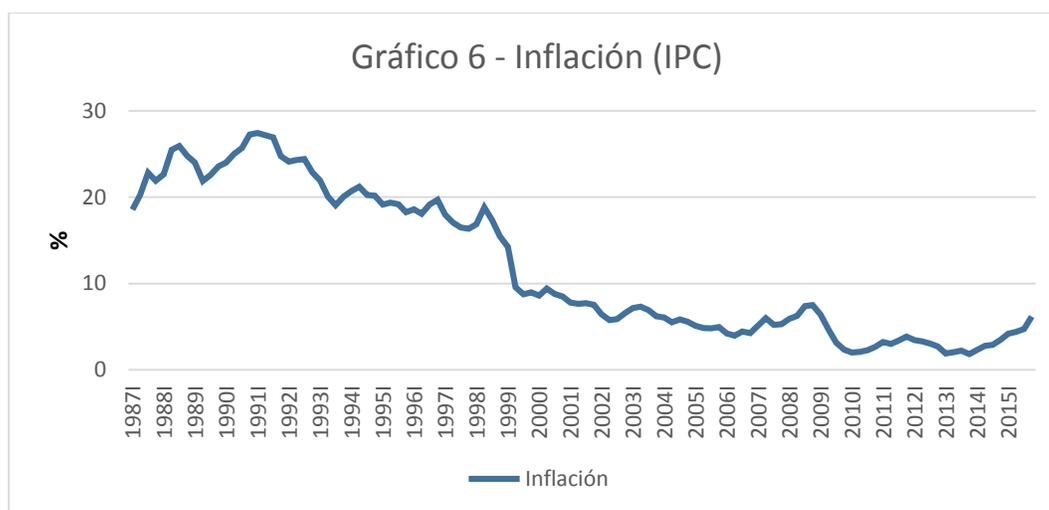
Como se puede apreciar en el gráfico 6, durante el periodo de 1987 a 1990 se presenta una tendencia prácticamente constante con altas tasas inflacionarias, causadas principalmente por los alimentos y el petróleo. En 1967 inicia el régimen de devaluación o *crawling peg* que estuvo acompañado por cambios significativos con el fin de asegurar la certidumbre de la

¹³ Datos estadísticos del Índice Mundi. (2016). “Petróleo crudo Precio Mensual”.

tasa de cambio. Se sacrificaba la capacidad de efectuar política monetaria contra cíclica como una medida para contrarrestar presiones inflacionarias (Posada, 1994).

Con la implementación de la nueva constitución en 1991, el Banco de la República adquiere la autonomía de manejar la política monetaria, cambiaria y crediticia. A partir de este periodo hasta el 2004 la variación del nivel general de precios presenta una caída gradual pero marcada como consecuencia de varios acontecimientos como la independencia del Banco de la República y su objetivo de política monetaria, controlar la inflación (Inflación objetivo), la eliminación de la banda cambiaria (1999) que generó grandes problemas de política y con ello la crisis económica de 1999.

La inflación antes de 1999 presentaba tasas muy elevadas debido a shocks de demanda como la política monetaria la cual fue ineficaz, ya que no pudo controlar los procesos inflacionarios. Para obtener un buen ajuste se aplicaron reglas monetarias como la regla de Taylor, e instrumentos de ajuste como los agregados monetarios que redujeron la base monetaria, obteniendo como resultado una inflación baja, sin embargo, esto no explicaba el comportamiento de los precios ya que a finales del siglo XX con el aumento de la profundización financiera y el acceso al crédito, se expandieron los agregados monetarios.



Fuente: Banco de la República

El último periodo de la submuestra que es desde 2005 hasta 2015, se observa una inflación de un dígito, con cambios significativos en 2007-2008 debido a la crisis financiera de Estados Unidos que afectó en gran medida el comportamiento de los precios de nuestra economía; el

otro comportamiento atípico se ve a principios del 2014 en donde se observa una tendencia al alza de la inflación debido a los *shocks* de oferta presentados en este periodo.

Desde el 2000 la tasa de interés de intervención es el instrumento de la autoridad monetaria para llevar a cabo el objetivo de política, esta tasa se divide en dos: Contracción y expansión. Del 2000 al 2005 Colombia opta por un régimen de flotación y en este periodo son indispensables los TES, las subastas y los Repos. A partir del 2005 hasta hoy, con un régimen de flotación sucia, se dedica únicamente a la política monetaria y no se interviene en la política cambiaria, es así, como la autoridad económica se guía por la tasa de cambio real. La autoridad monetaria tiene control sobre los instrumentos monetarios, ya que se supone que la tasa de intervención interbancaria afecta a la tasa de crédito y a su vez a la demanda agregada que al final se refleja en inflación.

La relación existente entre la inflación y un choque de oferta como lo es el precio del petróleo se vio reflejado desde comienzos de la década de 2000 hasta finales de 2008, en este periodo, los precios altos del petróleo impactaron el precio de los combustibles en la economía mundial que conllevó a presiones inflacionarias afectando el comportamiento sobre los precios agregados de las diferentes economías. Colombia también presentó dichas presiones inflacionarias.

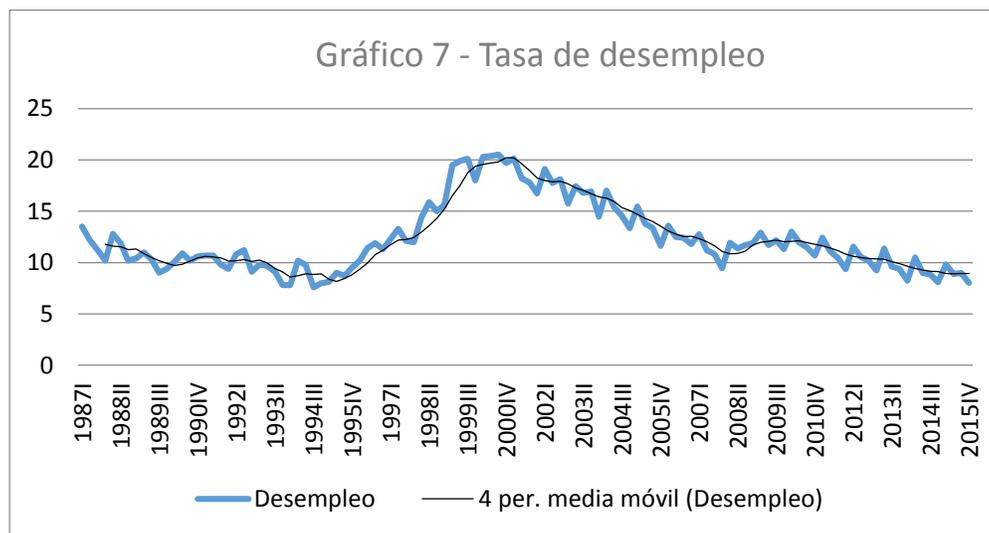
Dado la importancia que tiene la variación del precio internacional del petróleo en los hogares y en las firmas, el desempleo tiene un papel clave en el modelo teórico que explica cómo reaccionan los agentes ante choques de oferta. No obstante, en el mercado laboral las firmas demandan diferentes factores para producir bienes o servicios. Uno de esos factores es el trabajo. Por su parte, los hogares ofrecen su trabajo a cambio de un salario que les permita adquirir bienes o servicios en la economía (Banco de la República). El mercado laboral colombiano ha tenido varias modificaciones a lo largo de la muestra que se ven reflejadas en el comportamiento de la tasa de desempleo como cambios demográficos, temas en la legislación y el comportamiento de los salarios reales.

Como se puede observar en el gráfico 7, la tasa de desempleo tiene componentes estacionales que se corrigen con una tendencia con media móvil, es así, que a partir del periodo de 1987:1 hasta 1994:3 se presenta una relativa estabilidad con un promedio del 10,24%. Posteriormente de 1994:4 hasta 2001:1 incrementó de manera significativa obteniendo la tasa

de desempleo más alta en la historia del país de 20,5% en 2000:3, Con la crisis económica de finales de los noventas, el desempleo en Colombia alcanzó niveles cercanos al 20%.

La recuperación del crecimiento de la economía llevó a la disminución de la tasa de desempleo, aunque a menor ritmo del esperado dado la fortaleza observada del ritmo de expansión económica de 2000:4 hasta 2015:4 con un promedio de 12,37%. El promedio de la tasa de desempleo en Colombia en la muestra total es de 12,33% que supera las expectativas de las autoridades monetarias y del mercado laboral.

Ante una crisis petrolera como la que se ha visto en los últimos años, el empleo que generan las firmas del sector de ha visto afectado. En regiones como Putumayo, Meta, Arauca, Casanare se ha reducido el número de empleos, esto se debe a que las reservas de crudo se están agotando y con un precio internacional tan bajo reduce significativamente las utilidades de las firmas, afectando no solo la renta externa del país sino también su crecimiento económico y social.



Fuente: Banco de la República

Vale la pena aclarar que la crisis petrolera no afectara de manera significativa al empleo colombiano ya que este sector tiene una participación muy baja en el mercado laboral, solo se ven afectadas ciertas zonas en donde el sector petrolero es el principal generador de empleo.

5. METODOLOGÍA

Siguiendo el marco teórico de Blanchard y Galí (2007) junto con los enfoques teóricos planteados previamente sobre los mecanismos de transmisión de los efectos del precio del petróleo en las variables macroeconómicas, en esta sección se ofrece un marco metodológico con el fin de obtener evidencia empírica relacionada con los efectos del precio del petróleo sobre las variables macroeconómicas (inflación, salarios, PIB y el empleo).

El estudio empírico de esta relación aborda la siguiente estrategia econométrica. Primero, se implementa y estima un VAR estructural que permite evidenciar las interacciones simultáneas entre el precio internacional del petróleo y las variables macroeconómicas descritas anteriormente. Segundo, estimar ecuaciones bivariadas para el desempleo y la inflación, con el fin de cuantificar el efecto cambiante en el tiempo de choques exógenos de precios del petróleo sobre estas variables de interés para la economía colombiana.

Para efectos metodológicos, en este trabajo se supone que las innovaciones de los choques de los precios del petróleo son exógenas, debido a la baja participación de Colombia en el mercado petrolero internacional. De esta forma, se imponen la condición de exogeneidad estricta (Pieschacon, 2009).

Por otro lado, se permite que haya simultaneidad ya que estos se construyen a partir de un sistema de ecuaciones donde una variable que es endógena en una ecuación puede aparecer como exógena en otra ecuación.

Para llevar a cabo la identificación y estimación del modelo econométrico es necesario realizar ciertas pruebas a las variables a estudiar con el fin de obtener resultados sugeridos por la metodología y acordes con la teoría abordada en este trabajo. En primer lugar, se procede a comprobar la estacionariedad de las series de tiempo a través de las pruebas ADF y KPSS. Dentro del análisis de las series se incluye para las series de tiempo una prueba de cambio estructural para identificar aquellos periodos que modificaron la tendencia, intercepto o ambas de las series.

El modelo SVAR en su forma reducida y susceptible de estimar econométricamente presenta la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} \Delta lpib_t \\ \Delta lipc_t \\ \Delta lpet_t \\ \Delta lw_t \\ \Delta ln_t \end{bmatrix} = \phi \begin{bmatrix} \Delta lpib_{t-k} \\ \Delta lipc_{t-k} \\ \Delta lpet_{t-k} \\ \Delta lw_{t-k} \\ \Delta ln_{t-k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{pib_t} \\ \varepsilon_{ipc_t} \\ \varepsilon_{pet_t} \\ \varepsilon_{w_t} \\ \varepsilon_{n_t} \end{bmatrix}$$

En donde, cada variable está expresada en la diferencia de logaritmos (tasas de crecimiento) con el fin de obtener un buen ajuste del SVAR a estimar, el PIB, la inflación, el precio del petróleo, los salarios reales y el desempleo están en función de eventos del pasado y de choques exógenos recogidos en ε_t . Adicional la longitud óptima de rezagos se hizo mediante los criterios de AIC y SBIC.

Para la estimación del VAR estructural - SVAR es importante saber que el propósito principal de su estimación es obtener una ortogonalización no recursiva de los términos de error para el análisis del impulso respuesta. Esta alternativa a la ortogonalización recursiva de Cholesky requiere que se impongan suficientes restricciones para identificar los componentes ortogonales (estructurales) de los términos de error.

Con el fin de estimar las matrices de factorización ortogonal, es necesario proporcionar restricciones adicionales de identificación. Distinguimos dos tipos de restricciones de identificación: corto y largo plazo, cuya finalidad principal es simplemente obtener una estimación de las desviaciones estándar que serán los choques estructurales que afectaran a las variables que conforman el sistema.

Posteriormente, se cuantifica el efecto dinámico, es decir cambiante en el tiempo, de los choques exógenos del precio del petróleo mediante la estimación de regresiones bivariadas, principalmente en dos submuestras (antes y después del 2000¹⁴). Específicamente, los que se pretende es estimar ecuaciones que presentan la siguiente forma:

$$(8)y_t = \alpha \sum_{p=1}^p \beta_p y_{t-p} + \sum_{p=0}^p \gamma_p \Delta WTI_{t-p} + v_t$$

Donde y_t es la variable de interés (Inflación o Desempleo) y ΔWTI_{t-p} son las variaciones pasadas experimentadas por el precio internacional del petróleo. La estimación de (8) se

¹⁴ Se escogen estas dos submuestras ya que antes del siglo XXI la participación del sector petrolero en la economía no era tan significativo, a diferencia de los primeros años de este siglo en el cual el sector petrolero se consolidó como una potencia mundial gracias a su mayor producción y demanda que hizo que incrementaran los precios por barril. Por lo tanto, el impacto será distinto para ambas submuestras.

realiza por Mínimos cuadrados Ordinarios y permite obtener la respuesta dinámica de y_t a un choque permanente del cambio en el precio del petróleo.

5.1 RESULTADOS

Con el fin de estimar el SVAR, en primer lugar se debe garantizar la estacionariedad de las series de interés que conforman el sistema.

Las tablas 2 y 3 muestran los resultados de las pruebas de raíz unitaria para las variables a estudiar (WTI, desempleo, inflación, PIB, salarios). Los resultados muestran que para las series en niveles se logra aceptar la hipótesis nula de existencia de por lo menos una raíz unitaria, a través de la prueba Aumentada de Dickey & Fuller (ADF). Así mismo, los resultados de las pruebas de raíz unitaria muestran que la hipótesis nula para las series transformadas mediante la diferencia de logaritmos (tasas de crecimiento) se rechaza. En síntesis, las variables en niveles resultan no ser estacionarias y las series medidas como la diferencia de logaritmos son estacionarias en todos los niveles de significancia.

Con el fin de determinar la existencia de posibles cambios estructurales en las series, inducidos tal vez por efectos de las políticas económicas o eventos exógenos, se realizaron pruebas de raíces unitarias con cambio estructural para las variables de interés WTI, desempleo e inflación. Los resultados de la prueba se encuentran en el Anexo 2, y ahí se concluye que la serie de precio internacional del petróleo, presenta un primer quiebre en 2001:1 debido al incremento en el precio del *commodity* gracias a la mayor producción del crudo a nivel mundial, obteniendo precios significativamente altos hasta el 2007:4. El segundo quiebre se presenta en 2008:1, el shock petrolero de 2008 se enmarcó dentro del agravamiento de la crisis financiera mundial que se inició en Estados Unidos. Se transmitió casi simultáneamente a todos los países industrializados y generó un proceso recesivo en la economía mundial esto se reflejó en la caída de los precios.

Tabla 2. Pruebas a las series en niveles

Nivel			
Variable	Prueba	Estadístico	H0
WTI	ADF	1,649*	Acepta
	KPSS	0,874*	Rechaza
	ST PERRON	0,0***	Rechaza
DESEMPLEO	ADF	1,892*	Acepta
	KPSS	1,87*	Rechaza
	ST PERRON	0,0***	Rechaza
INFLACION	ADF	0,679*	Acepta
	KPSS	1,4*	Rechaza
	ST PERRON	0,0***	Rechaza
PIB	ADF	0,769*	Acepta
	KPSS	1,02*	Rechaza
	ST PERRON	0,0***	Rechaza
SALARIO	ADF	2,503*	Acepta
	KPSS	1,5*	Rechaza
	ST PERRON	0,0***	Rechaza

Tabla 3. Pruebas a las series en Dif-Log

Dlog			
Variable	Prueba	Estadístico	H0
DLWTI	ADF	8,975 **	Rechaza
	KPSS	0,085 **	Acepta
	ST PERRON	0,062 *	Acepta
DLDES	ADF	14,858 **	Rechaza
	KPSS	0,153 **	Acepta
	ST PERRON	0,00 **	Rechaza
DLINF	ADF	6,625 **	Rechaza
	KPSS	0,131 **	Acepta
	ST PERRON	0,753 *	Acepta
DLPIB	ADF	5,854 **	Rechaza
	KPSS	0,069 **	Acepta
	ST PERRON	0,006 ***	Rechaza
DLSAL	ADF	15,668 **	Rechaza
	KPSS	0,0836 **	Acepta
	ST PERRON	0,927 *	Acepta

Fuente: Cálculos propios

ADF: H0=La serie de tiempo presenta raíz unitaria (La series no es estacionaria)

KPSS: H0=La serie es estacionaria alrededor de una tendencia

*Nivel de significancia al 10%

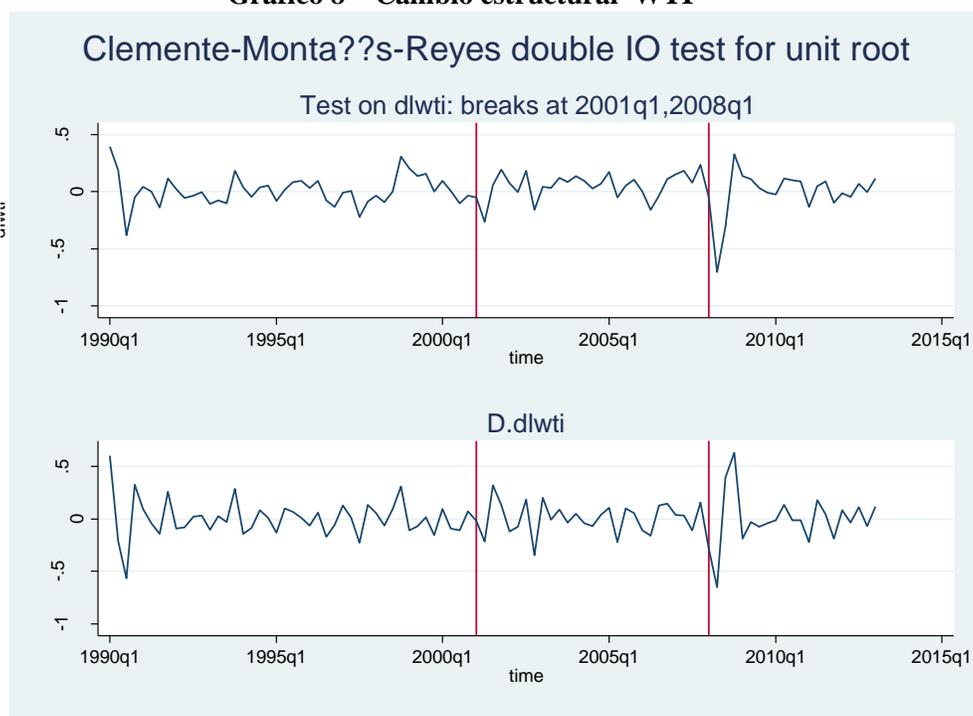
** Nivel de significancia al 5%

***Nivel de significancia al 1%

La tasa de desempleo muestra un cambio estructural en 1995:1 que estuvo enmarcado por una desaceleración del empleo a pesar del comportamiento positivo que se registró del PIB, esta desaceleración se pronunció dado el deficiente comportamiento del PIB en 1996 y el segundo quiebre en 1999:3, en este último periodo debido a la crisis del 1999 el mercado laboral se vio significativamente afectado obteniendo tasas de desempleo muy altas.

Además, la inflación presenta un cambio estructural en 1999:1, en este periodo la economía colombiana presentó un recesión muy aguda, un alto desempleo y una inflación baja a finales de 1999 se elimina la banda cambiaria lo cual ayudó a estabilizar la inflación y en 2009:1 Colombia obtuvo la inflación histórica más baja logrando la meta de largo plazo que el Banco de la República se había fijado.

Gráfico 8 – Cambio estructural WTI



Fuente: Cálculos propios

5.1.1 Estimación del SVAR

Los resultados obtenidos mediante la estimación del SVAR se muestran en el anexo 2, es importante resaltar que la estimación se hizo en dos etapas, en el corto y el largo plazo. En el primero, se concluye que un incremento de un 1% en el precio internacional del petróleo reduce la tasa de desempleo en un 0.4866% impactando positivamente al empleo colombiano, este resultado era esperado ya que como se mencionaba en capítulos anteriores, el sector petrolero en Colombia cubre solo una mínima parte del empleo formal del país, es así que ante un choque de precios el impacto será leve.

Con respecto a la inflación, esta se reduce en un 1.83% al presentarse un incremento en el precio internacional del petróleo, obteniendo coeficientes estadísticamente significativos. Este resultado se ve reflejado en los precios de los productos derivados del petróleo, los cuales van a mostrar una estabilidad debido a la buena dinámica del sector que favorece a la economía colombiana. Ante un escenario de precios bajos, la inflación se verá afectada al alza; por lo tanto, el Banco de la República se ve sometido a implementar políticas monetarias con el fin de cumplir el objetivo de política, y así, mantener una inflación controlada y estable.

A su vez, la respuesta del PIB ante un incremento en el precio del petróleo es de un incremento del 0.29%, esto se debe a que el sector petrolero es muy importante para la economía del país, como se mencionaba anteriormente, el petróleo es un gran generador de renta externa y su gran dinamismo jalona el crecimiento económico. La participación del sector petrolero sobre el PIB es de gran relevancia y ante un choque negativo de precios bajos el impacto puede ser aún más grande. Por último, el comportamiento del salario real disminuye en 0.39% ante un choque de precios al alza en el corto plazo. Tal y como dice la teoría económica un incremento en los precios conlleva a una disminución en el salario real.

En el largo plazo, según el test que identifica las restricciones de la matriz se concluye que los parámetros son estadísticamente significativos. Esto significa que ante un choque al alza o a la baja en el precio internacional del petróleo, las variables macroeconómicas se verán afectadas dependiendo de la magnitud de dicho choque. Es decir, que si hay un choque de precios al alza, en Colombia el desempleo, principalmente el del sector, incrementará al igual que el salario real, a su vez, la inflación subirá ciertos puntos porcentuales debido al comportamiento de los precios en el largo plazo de los bienes derivados del petróleo y por último, el PIB aumentará dado el buen dinamismo del sector. Si bien, las respuestas en el corto y el largo plazo son distintas, un choque en el precio del petróleo afecta significativamente a la inflación y al PIB.

La estimación del modelo SVAR permitió construir las funciones de impulso respuesta que son necesarias para analizar los efectos dinámicos de choques anticipados y no anticipados del precio internacional del petróleo sobre las variables macroeconómicas del modelo. Estas funciones permiten modificar transitoriamente la perturbación de la ecuación que gobierna el comportamiento de alguna de las variables, y a través de la evolución del sistema, comprobar el efecto que ese cambio ha producido sobre todas las variables endógenas del modelo (Irastorza, 2010).

Los gráficos del Anexo 2 muestran los resultados obtenidos a partir de la estimación del SVAR de corto y largo plazo, en el eje horizontal de cada gráfico se presenta la evolución dinámica de las series de tiempo hasta 15 trimestres, después de haberse producido el choque exógeno, dadas las condiciones del mercado mundial del crudo, y en el eje vertical se mide

la respuesta de las series dado un choque en el precio internacional del petróleo, cada gráfico presenta un intervalo de confianza del 95% alrededor de la respuesta al choque.

En el gráfico 13, se presenta la respuesta del desempleo ante un choque en el precio del petróleo, el cual reacciona de manera positiva durante los 2 primeros trimestres y luego cae para el trimestre 3 o 4, el comportamiento que presenta la respuesta ante un choque es muy volátil, no se ajusta en el largo plazo. A su vez, Un choque en el precio del crudo tiene un impacto negativo en la inflación durante los primeros 3 trimestres, ya que se ven afectados los precios de bienes derivados del petróleo como lo son el plástico, el combustible, entre otros. Después del 4to trimestre la respuesta es positiva y se ajusta en el largo plazo aproximadamente en un lapso de 10 trimestres, (Gráfico 14).

Adicional, el gráfico 15 muestra la respuesta dinámica del salario real después del choque, el cual presenta una respuesta poco significativa, está es, estable durante los trimestres futuros. A su vez, la respuesta del PIB ante un choque en el precio del crudo como se puede ver en el gráfico 16, es negativo para los primeros 2 trimestres se estabiliza para el 3 o 4 trimestre, esto se debe a que hay otros sectores que tienen un aporte al PIB más significativo.

Por último, (Gráfico 17) al comparar los cuatro gráficos nos damos cuenta que las respuestas del PIB y el salario ante un cambio en el precio del petróleo es instantáneo, ya que las variables se ajustan rápidamente después del choque. La inflación responde de manera positiva a lo largo del tiempo hasta ajustarse en el trimestre 10 y el desempleo tiene una respuesta muy volátil.

Una vez estimado el SVAR se realizaron diferentes pruebas para verificar que la validación del modelo estimado (ver anexo 2). En primer lugar se examinó el número óptimo de rezagos que debía contener el modelo según el criterio de Akaike, arrojando como resultado un número de rezagos de 4, dicho rezago es consistente, dado que la periodicidad de las series

En segundo lugar, se hizo el test para verificar la estabilidad del SVAR, y se encontró que el modelo es estable y cumple con las condiciones de estacionariedad. Un ejercicio interesante que se puede explotar a partir de la estimación del SVAR es implementar una prueba de causalidad en sentido de Granger, con el fin cuantificar si las variaciones pasadas en el precio

del petróleo logran predecir el comportamiento actual de las principales variables de interés en este trabajo, es decir, sobre inflación, desempleo, salario y el PIB.

Los resultados de la prueba (ver anexo 2) indican que, el salario causa al desempleo individualmente y las otras variables como el precio del petróleo, inflación, y el PIB no causan el desempleo. Sin embargo, conjuntamente todas si lo hacen, el precio del petróleo en este caso no causa al desempleo ya que el mercado laboral es muy amplio y en Colombia el sector petrolero ocupa una parte mínima del empleo total. Por otro lado, el precio del petróleo, el salario y el PIB causan la inflación de manera individual pero conjuntamente todas causan la inflación, en el caso del precio del petróleo se debe a que cambios en la variable afectan los precios de los bienes derivados del petróleo como el combustible.

Finalmente, el salario y el PIB son causados conjuntamente por las variables macroeconómicas ya antes mencionadas. Por otra parte, existe simultaneidad entre las ecuaciones del modelo SVAR, lo cual indica que ante cambios en el precio internacional del petróleo las variables macroeconómicas colombianas inflación, PIB, salario real y desempleo se verán afectadas. Los resultados de las diferentes pruebas econométricas realizadas y el SVAR estimado minimizan la posibilidad de que sus pronósticos se basen en relaciones funcionales espurias. Además

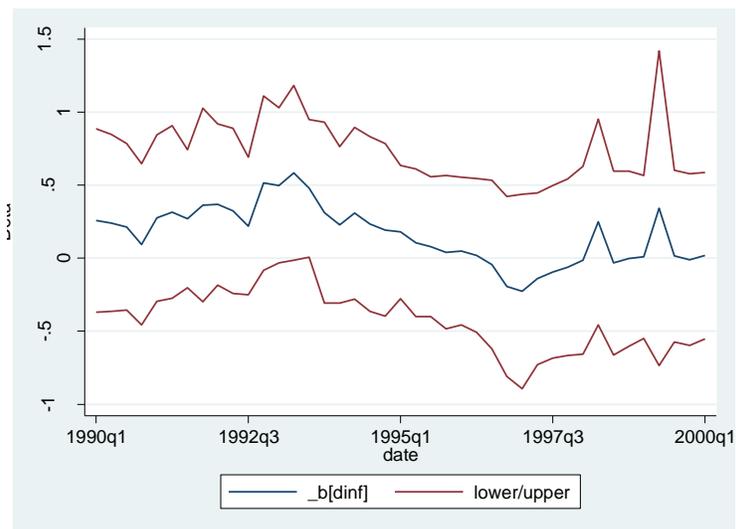
5.1.2 Regresiones Bivariadas

Las regresiones bivariadas para las ecuaciones de inflación y el desempleo en función del precio internacional del petróleo se estimaron por Mínimos Cuadrados Ordinarios, utilizando dos submuestras (Anexo 2). Para el caso de la inflación como variable dependiente se obtuvo un efecto al alza ante variaciones en el precio del petróleo, los coeficientes estimados nos indican que al disminuir el precio del crudo la inflación puede incrementar, reafirmando el resultado obtenido en el SVAR, el método permite obtener parámetros cambiantes en el tiempo del impacto de precio petróleo sobre inflación.

Para antes del 2000, se puede ver en el gráfico 18 un comportamiento relativamente estable de la inflación, en este periodo el sector petrolero no tenía mucha influencia en el comportamiento de la economía colombiana, sin embargo, a partir del siglo XXI como lo muestra el gráfico 19, ya se ve un cambio marcado a mediados de 2008:4 el cual está explicado por la crisis mundial de 2008-2009 y esta se vio reflejada en la inflación, los bajos precios

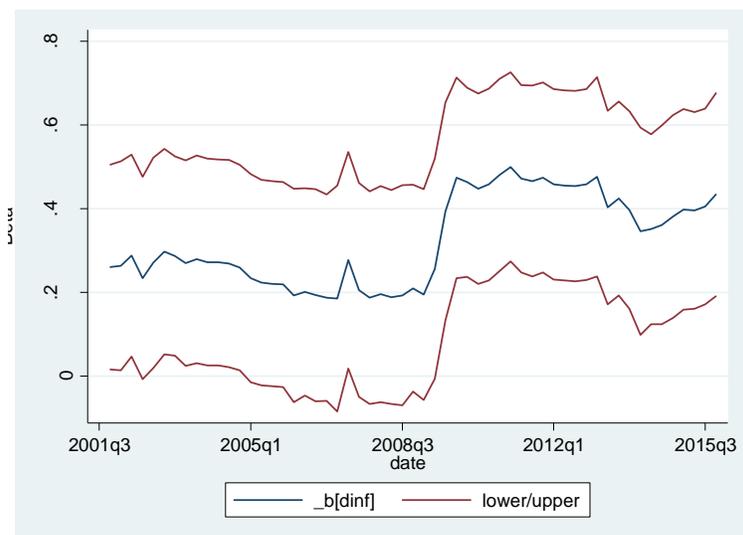
de los últimos años han impactado la inflación colombiana y aquí la política monetaria ha tenido un papel importante que ha sido mantener estable la inflación por medio de sus instrumentos de política.

Gráfico 18 – Inflación ante cambios en el WTI (1987-2000)



Fuente: Cálculos propios

Gráfico 19 – Inflación ante cambios en el WTI (2000-2015)



Fuente: Cálculos propios

Finalmente, la relación entre desempleo y el precio internacional del petróleo no es significativa tal y como se evidenciaba en la prueba de causalidad. Los coeficientes estimados

no son estadísticamente significativos los cuales se observan en los gráficos 20 y 21, los cuales muestran que el desempleo no se ve afectado por el precio del petróleo.

CONCLUSIONES

En este documento se describió el comportamiento del precio internacional del petróleo y su impacto en las variables macroeconómicas inflación, desempleo, salario real y PIB de Colombia durante el período 1987:1 a 2015:4. Dada la fuerte caída del precio internacional del petróleo, los agentes económicos del país han comenzado a actuar para prevenir que este choque de oferta afecte de manera significativa la economía del país, sin embargo, al ser un país que en los últimos años ha dependido del sector petrolero se han visto afectados los sectores e incluso perjudica otras variables macroeconómicas importantes para las autoridades monetarias como lo son la inflación y el desempleo.

Con el nuevo enfoque Neokeynesiano se quiso mostrar que los salarios; la política monetaria, y finalmente, el comportamiento del sector petrolero tienen un impacto significativo en la economía del país. Estas tres hipótesis inciden en la magnitud que pueda tener el choque de precios bajos como el que pasa la economía colombiana en este momento.

Los resultados obtenidos en la estimación del modelo SVAR, exponen que ante un choque en el precio internacional del petróleo la inflación colombiana se verá afectada, obteniendo coeficientes estadísticamente significativos, así pues, un incremento en el precio del crudo de un 1% disminuirá la inflación en un 1.83% en el corto plazo, el efecto en el largo plazo es al contrario dado, que los altos precios generarán presiones inflacionarias que se traducirán en un alza de la inflación hasta en un 2%.

Este resultado se debe principalmente a la variación de los precios de aquellos bienes derivados del petróleo los cuales tendrán un impacto en el consumo tanto de empresas como de hogares; aquí la política monetaria ha sido un factor clave a la hora de mantener estable la inflación. Otra variable que incide significativamente en el comportamiento de la inflación es el tipo de cambio, ya que al incrementar el dólar (moneda de referencia), se ven afectados los precios de los alimentos, de las medicinas y de la ropa; y a los empresarios lo agarran con el precio de las maquinarias importadas y con el precio de las materias primas importadas, los cuales tienen un efecto más significativo en el comportamiento de la inflación.

Se encontró que el empleo se no se ve afectado en gran medida por la variación en el precio del petróleo y esto se debe a que en Colombia el empleo no está focalizado en el sector petrolero, ya que este hace uso de mano de obra calificada y conocimiento en tecnología e innovación; el cual es muy escaso en el país. Ante un choque el empleo del sector petrolero se verá afectado pero esto no afectará en gran medida la participación total de empleados en Colombia, esta conclusión se puede contrastar con el test de causalidad de Grenger en el cual el precio del petróleo no causa el desempleo. Por otro lado, el comportamiento de los salarios ante un choque de precios es positivo como se vio en el SVAR.

Adicionalmente, el petróleo tiene una relación directa con el PIB la cual se ha visto reflejada en los últimos años con el auge que tuvo el petróleo en la economía colombiana. Con precios altos del crudo, Colombia se vio beneficiado e incrementó el total de sus exportaciones sobre el PIB que impactaron positivamente los ingresos fiscales del país, al mismo tiempo, las caídas fuertes como la de 2008-2009 y la que se vive actualmente, los ingresos fiscales se reducen y afectan las decisiones de política. El resultado del SVAR muestra que ante un incremento en los precios del petróleo el PIB incrementará, lo cual se comprueba con el test de causalidad el cual muestra que el precio del crudo causa al PIB.

Finalmente, el impacto que tiene el precio del petróleo en la inflación, teniendo en cuenta la inflación del pasado y el comportamiento del precio del crudo, muestran que la inflación se ha visto afectada por estos choques externos los cuales han sido contrarrestados por decisiones de política monetaria. Y como se mencionaba, el desempleo no se ha visto afectado en gran medida por la variación del precio internacional del petróleo pero si es fundamental reconocer que en los últimos años el sector petrolero ha disminuido su participación en la generación de nuevos empleos debido a la crisis mundial de precios bajos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Arango, L., & Posada, C. E. (2007). Inflación y desempleo en Colombia: NAIRU y tasa de desempleo compatible con alcanzar la meta de inflación (1984-2005), *Borradores de Economía*, 453, Banco de la Republica de Colombia.
2. Baffes, J., Kose, M. A., Ohnsorge, F., & Stoker, M. (2015). Cuesta abajo: el colapso de los precios del petróleo iniciado en 2014 es el más reciente de los ocurridos en las últimas tres décadas y podría presagiar un período prolongado de precios bajos. *Finanzas y desarrollo: publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial*, 52(4), 20-23.
3. Banco de la República. (2016). ‘‘Índice de precios al consumidor (IPC)’’. Fecha de consulta: 3 de marzo de 2016. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/ipc>.
4. Banco de la República. (2016). ‘‘PIB. Metodología año base 2005’’. Fecha de consulta: 3 de marzo de 2016. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/pib>.
5. Banco de la República. (2016). ‘‘Tasas de empleo y desempleo’’. Fecha de consulta: 3 de marzo de 2016. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/tasas-empleo-desempleo>.
6. Barsky, R., y Kilian, L. (2002). Do we really know that oil caused the great stagflation? A monetary alternative. In *NBER Macroeconomics Annual 2001, Volume 16* (pp. 137-198). MIT Press.
7. Blanchard, O. y Gali, J. (2005). Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model. *NBER Working Paper Series*, 11806, pp. 1-37.
8. Blanchard, O. y Gali, J. (2007). *The Macroeconomic Effects of Oil Shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?* (No. w13368). National Bureau of Economic Research.
9. Bruno, M., y Sachs, J. (1985). Economics of worldwide stagflation. *NBER Books*. <https://ideas.repec.org/b/nbr/nberbk/brun85-1.html>
10. Burbidge, J., y Harrison, A. (1984). Testing for the effects of oil-price rises using vector autoregressions. *International Economic Review*, 459-484. <http://www.jstor.org/stable/2526209>

11. Chaves, Á. (2011). Análisis dinámico de la inflación en Colombia a partir de la Curva de Phillips Neokeynesiana (NKPC). *Ensayos de Economía*, 21(39), 19. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/29864/1/28554-102225-1-PB.pdf>.
12. Carruth, A., Hooker, M., & Oswald, A. (1994). *Unemployment, oil prices and the real interest rate: evidence from Canada and the UK* (No. dp0188). Centre for Economic Performance, LSE. <https://ideas.repec.org/p/cep/cepdp/dp0188.html>
13. Darby, M. R. (1982). The price of oil and world inflation and recession. *The American Economic Review*, 72(4), 738-751. http://www.jstor.org/stable/1810014?seq=1#page_scan_tab_contents
14. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). Principales indicadores del mercado laboral. *Boletín Técnico*, Cód.: DIE-020-PD-01-r5_V6. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_dic_14.pdf.
15. Edelstein, P., y Kilian, L. (2007). The response of business fixed investment to changes in energy prices: a test of some hypotheses about the transmission of energy price shocks. *The BE Journal of Macroeconomics*, 7(1).
16. Gali, J. Gertler, M. (1999). Inflation dynamics: A structural econometric analysis. In: *Journal of Monetary Economics*, 44. pp. 195-222. Recuperated of <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393299000239>.
17. Gali, J., & Monacelli, T. (2005). Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy. doi: 10.1111/j.1467-937X.2005.00349.x.
18. Gisser, M., & Goodwin, T. H. (1986). Crude oil and the macroeconomy: Tests of some popular notions: Note. *Journal of Money, Credit and Banking*, 18(1), 95-103. ISO 690 <http://www.jstor.org/stable/1992323>
19. Goodfriend, M., & King, R. (1997). The new neoclassical synthesis and the role of monetary policy. In *NBER Macroeconomics Annual 1997*, 12 pp. 231-296. Recuperated of <http://www.nber.org/chapters/c11040.pdf>.
20. Gómez, G., & Julio, J. (2000). An estimation of the nonlinear Phillips curve in Colombia. *Borradores de Economía*, 202. Banco de la República, Subgerencia de Estudios Económicos.

21. Hamilton, J. D. (1983). Oil and the macroeconomy since World War II. *The Journal of Political Economy*, 228-248.
http://www.jstor.org/stable/1832055?seq=1#page_scan_tab_contents
22. Hamilton, J. D. (1996). This is what happened to the oil price-macroeconomy relationship. *Journal of Monetary Economics*, 38(2), 215-220.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393296012822>
23. Herrera, A. M., & Pesavento, E. (2007). Oil price shocks, systematic monetary policy and the great moderation, Michigan State University. *Unpublished manuscript*.
24. Hooker, M. (2002). Are oil shocks inflationary? Asymmetric and nonlinear specifications versus changes in regime. *Journal of Money, Credit and Banking* 34 (2): 540– 61.
25. Índex Mundi. (2016). “Petróleo crudo Precio Mensual - Peso colombiano por Barril”. Fecha de consulta: 3 de marzo de 2016. Recuperado de <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=petroleo-crudo&meses=300&moneda=cop>.
26. Lescaroux, F., y Mignon, V. (2008). On the influence of oil prices on economic activity and other macroeconomic and financial variables. *OPEC Energy Review*, 32(4), 343-380.
27. Lopez-Salido, D. (2001). European inflation dynamics. En: *European Economic Review*, Vol. 45, pp. 1237-1270. Cambridge, MA. Recuperado de <http://www.nber.org/papers/w8218.pdf>.
28. López, E., Montes, E., Garavito, A., & Collazos, M. M. (2013). La economía petrolera en Colombia (Parte II). Relaciones intersectoriales e importancia en la economía nacional. *Borradores de economía*, (748).
29. Mankiw, G. N. (2000). *Principios de macroeconomía*. McGraw-Hill Interamericana de España.
30. Melo-Becerra, L. A., Ramos-Forero, J. E., Parrado-Galvis, L. M., & Zarate-Solano, H. M. (2016). *Bonanzas y crisis de la actividad petrolera y su efecto sobre la economía colombiana* (No. 961). Banco de la Republica de Colombia.

31. Mork, K. A. (1989). Oil and the macroeconomy when prices go up and down: an extension of Hamilton's results. *Journal of political Economy*, 97(3), 740-744. <http://www.jstor.org/stable/1830464>
32. Rasche, R. H., y Tatom, J. A. (1977). The effects of the new energy regime on economic capacity, production, and prices. *Review*. https://research.stlouisfed.org/publications/review/77/05/Energy_May1977.pdf
33. Rasche, R. H., & Tatom, J. A. (1981). Energy price shocks, aggregate supply and monetary policy: the theory and the international evidence. In *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 14, pp. 9-93). North-Holland. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167223181900026>
34. Rhenals, R., & Torres, A. (2003). El desempeño macroeconómico colombiano en el cuatrienio Pastrana: recesión y recuperación frágil. *Objetivos y enfoque*, 37. Recuperado de <http://78.46.60.201/cursecon/ecolat/co/perfil2.pdf#page=37>.
35. Rincón, H. (2009). *Precios de los combustibles e inflación* (No. 006227). Banco de la República.
36. Rotemberg, J., and M. Woodford. 1996. Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity. *Journal of Money, Credit, and Banking*. 28 (4): 549– 77.
37. Perilla, J. R. (2010). El Impacto de los Precios del Petróleo Sobre el Crecimiento Económico en Colombia.
38. Perry, G., & Olivera, M. (2009). El impacto del petróleo y la minería en el desarrollo regional y local en Colombia.
39. Pieschacon, A., (2009). “Oil Booms and Their Impact through Fiscal Policy”. Stanford University Working Paper Series.
40. Toro, J., Garavito, A., López, D. C., & Montes, E. (2015). El choque petrolero y sus implicaciones en la economía colombiana. *Borradores de Economía*, (906).
41. Vargas, H. (2011). Monetary Policy and the Exchange Rate in Colombia. Banco de la República. Borradores de Economía, No.655.
42. Vigoya, L. (2016). *Cómo afectan las variaciones del precio del petróleo a las principales variables macroeconómicas de los países exportadores* (Doctoral dissertation).

7. ANEXOS

7.1 ANEXO 1 – DATOS

Para la estimación empírica del modelo se utiliza una muestra de datos trimestrales del periodo: 1987:1 a 2015:4 (116 observaciones). Las variables son especificadas en la siguiente tabla.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CONSTRUCCIÓN
WTI	Precio internacional del petróleo referencia West Texas Intermediate - Trimestral	IndexMundi	Cálculos Propios
IPC	Índice de precios al consumidor y variación porcentual - trimestral	Banco de la República	DANE
Tasa de desempleo	Indicador de la evolución en el tiempo de la proporción de personas que no están empleadas o desocupadas - Trimestral	Banco de la República	DANE
PIB	Producto Interno Bruto - Trimestral Base 1975, 1994 y 2005 (Empalme) (Millones de pesos)	Banco de la República	Cálculos Propios
Salario real	Es un indicador con el objetivo de estimar la evolución de los ingresos de los trabajadores - Trimestral	Banco de la República	Cálculos Propios - usando el deflactor del IPC
Rentas del petróleo (% del PIB)	Diferencia entre el valor de la producción de petróleo crudo a precios mundiales y los costos totales de producción - Anual	Banco Mundial	Banco Mundial
ITI	Índice de términos de intercambio- CE Cociente entre el índice de precios de las exportaciones (PX) y el índice de precios de las importaciones (PM). La base de los índices publicados es geométrica 2000=100.	Banco de la República	DANE
LWTIreal	Precio internacional del petróleo referencia West Texas Intermediate - Trimestral Índice de precios al productor Logaritmo natura	IndexMundi/ Banco de la República	Cálculos Propios
IPP	Índice de precios al productor y variación porcentual - trimestral	Banco de la República	DANE
Empleo	Indicador de la evolución en el tiempo de la proporción de personas que están empleadas u ocupadas - Trimestral	Banco de la República	DANE

```
. sum wtius desempleo salre inflacionipc pib
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
wtius	116	44.18569	30.43427	12.9	123.97
desempleo	116	12.33198	3.386205	7.6	20.5
salre	116	233.5712	23.64213	195.353	297.694
inflacionipc	116	11.96724	8.485433	1.8	27.5
pib	116	92.31793	58.72969	4.81	189.24

Estadísticas descriptivas: Con una muestra de 116 observaciones, el precio internacional del petróleo tiene una media de US\$ 44.18/barril con un precio máximo de US\$ 123.97/barril y un precio mínimo de US\$ 12.9/barril. La tasa de desempleo colombiana tiene una media de 12.33% y su tope máximo ha sido de 20.5% y el mínimo de 7.6%. El salario real, tiene una media de 233.5 con un máximo de 297.6 y un mínimo de 195.3. La inflación tiene una media de 11.96% y un pico máximo de 27.5% y un mínimo de 1.8%. Por último, el PIB tiene una media de 92.31mm con un máximo de 198.2mm y un mínimo de 4.81mm

7.2 ANEXO 2 – Pruebas y resultados del modelo SVAR

Todas las tablas y gráficos presentados en este Anexo son cálculos propios hechos en STATA 14.

Pruebas de estacionariedad:

ADF:

$H_0 =$ La serie de tiempo presenta raíz unitaria (La series no es estacionaria).

$H_a =$ La serie de tiempo no presenta raíz unitaria (La serie es estacionaria).

Cuando el valor de $|t_{cal}|$ mayor al valor $|t_{crit}|$ para un nivel de significancia del 5% se rechaza H_0 , por la cual hay evidencia suficiente que nos permite pensar que no existe una raíz unitaria y por tanto la serie es estacionaria. Se rechaza la hipótesis nula para las series medidas como la diferencia logarítmica.

KPSS

$H_0 =$ La serie es estacionaria alrededor de una tendencia

$H_a =$ La serie no es estacionaria

Cuando el valor de $|LM_{cal}|$ mayor al valor $|LM_{crit}|$ para un nivel de significancia del 5% se rechaza H_0 , por la cual hay evidencia suficiente que nos permite pensar que existe una raíz

unitaria y por tanto la serie no es estacionaria. Se acepta la hipótesis nula para las series medidas como la diferencia logarítmica.

Cambio estructural – Perron

Gráfico 8 – Cambio estructural WTI

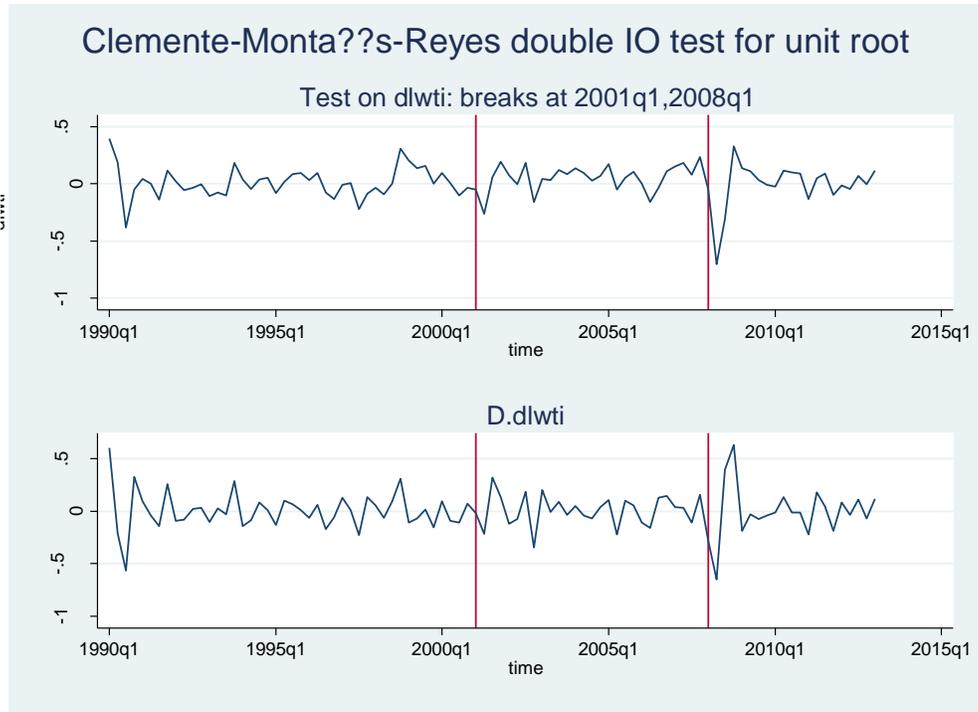


Gráfico 9 – Cambio estructural Desempleo

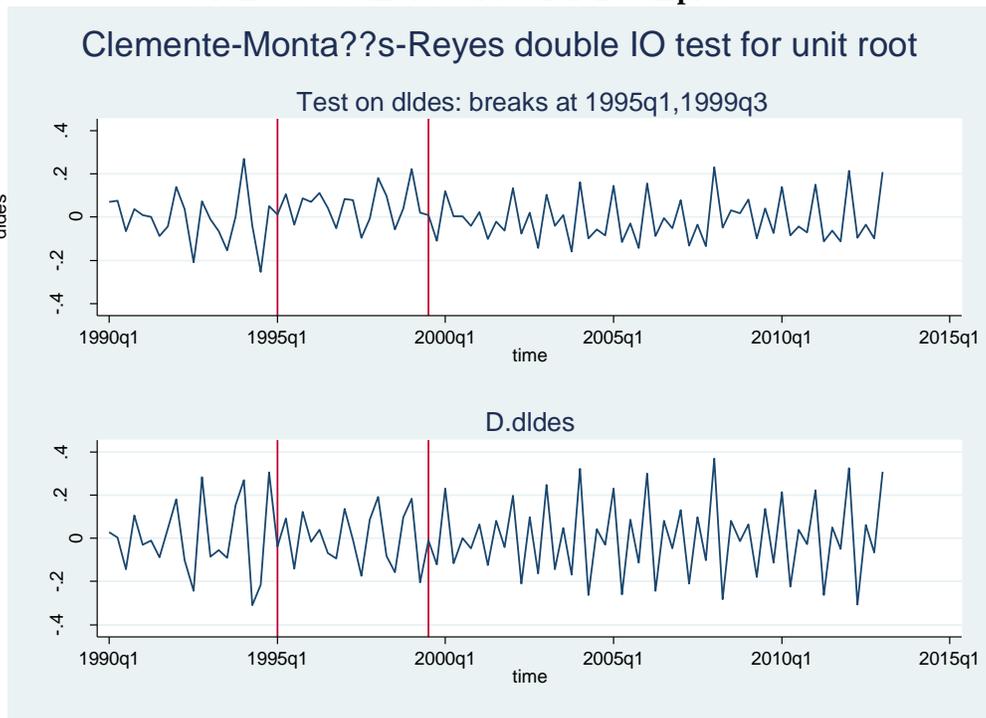


Gráfico 10 – Cambio estructural Inflación

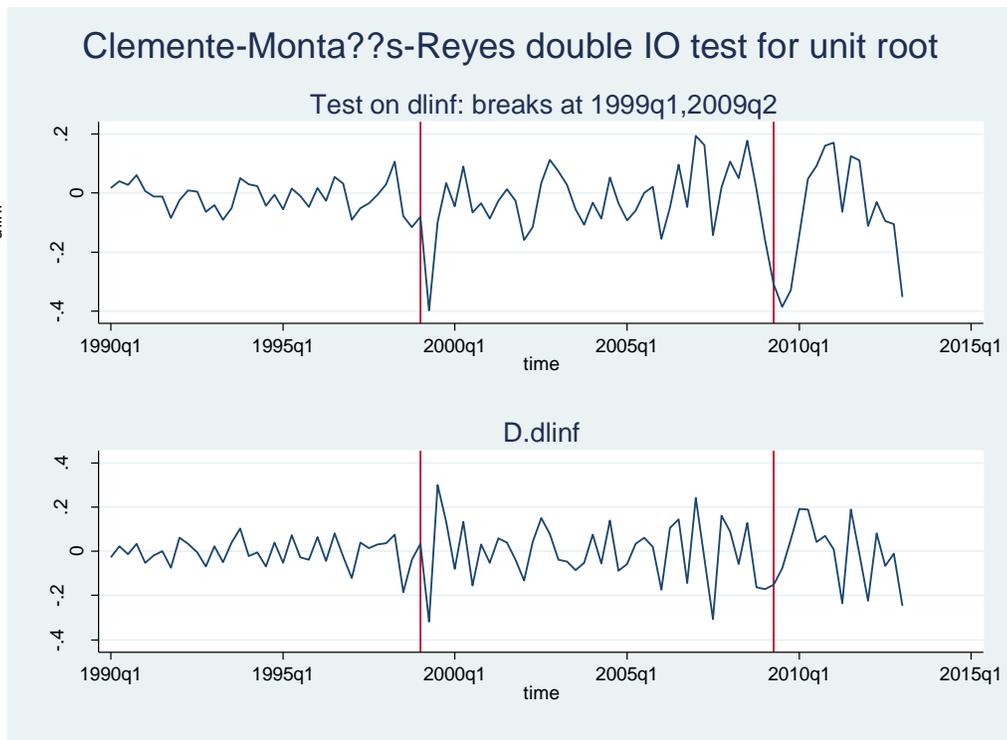


Gráfico 11 – Cambio estructural PIB

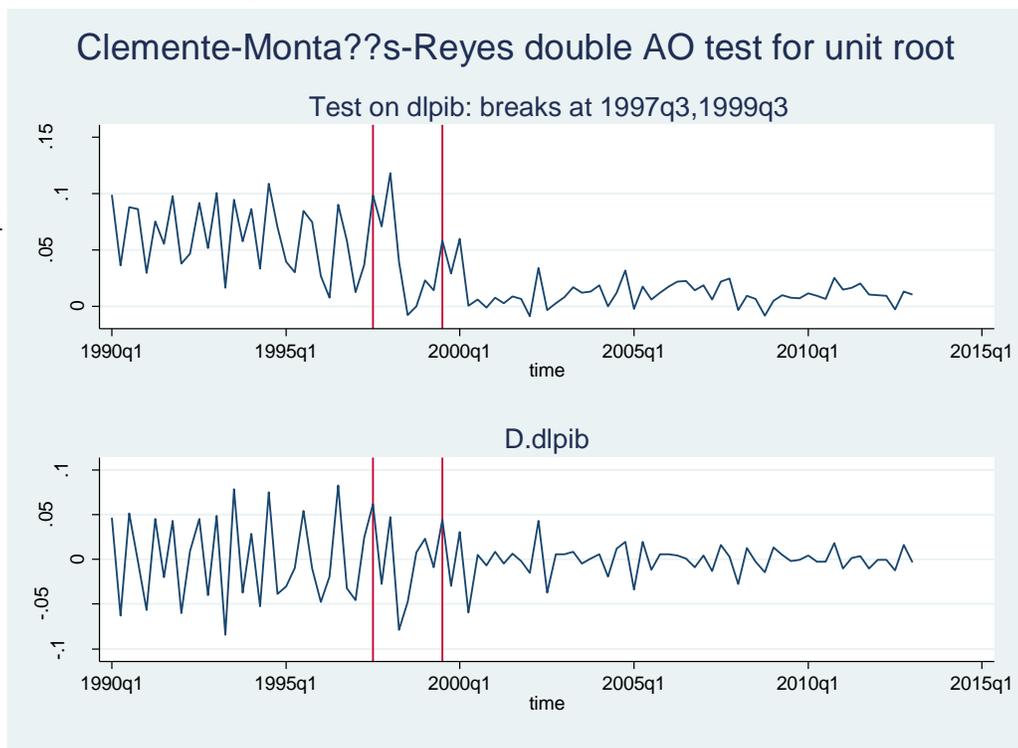
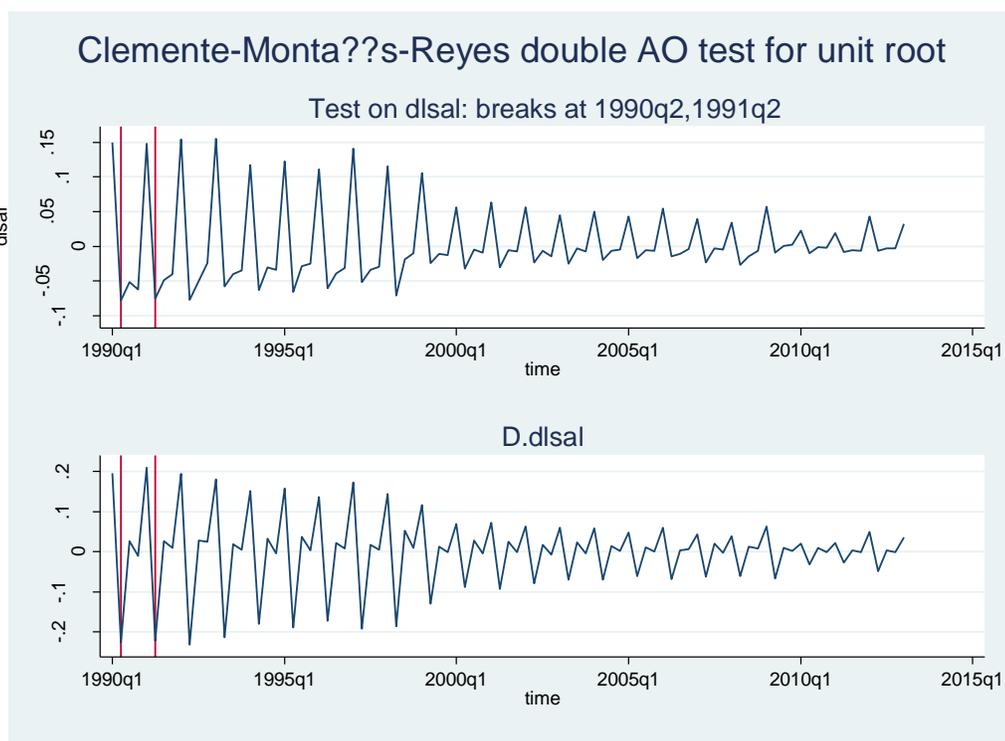


Gráfico 12– Cambio estructural Salario



Criterio Akaike – Rezago óptimo para el SVAR

Selection-order criteria
 Sample: 1990q2 - 2015q4
 Number of obs = 103

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	592.353				7.7e-12	-11.4049	-11.3531	-11.277
1	661.594	138.48	25	0.000	3.2e-12	-12.264	-11.9531	-11.4966
2	704.992	86.796	25	0.000	2.3e-12	-12.6212	-12.0514	-11.2143
3	816.258	222.53	25	0.000	4.3e-13	-14.2963	-13.4674	-12.2499
4	901.59	170.66	25	0.000	1.4e-13*	-15.4678	-14.3799*	-12.7819*
5	923.523	43.867	25	0.011	1.5e-13	-15.4082	-14.0613	-12.0828
6	937.452	27.858	25	0.314	1.9e-13	-15.1932	-13.5873	-11.2284
7	960.507	46.111	25	0.006	2.1e-13	-15.1555	-13.2906	-10.5511
8	999.754	78.493	25	0.000	1.7e-13	-15.4321	-13.3082	-10.1882
9	1022.57	45.629	25	0.007	2.0e-13	-15.3897	-13.0067	-9.5063
10	1044.01	42.889	25	0.014	2.5e-13	-15.3206	-12.6787	-8.79777
11	1070.68	53.342	25	0.001	2.9e-13	-15.3531	-12.4521	-8.19072
12	1114.46	87.544*	25	0.000	2.5e-13	-15.7176*	-12.5576	-7.91573

Endogenous: dlwti dldes dlinf dlsal dlpib
 Exogenous: _cons

Seguindo los criterios Akaike, : Hannan-Quinninformation y Schwarzinformation el número de rezagos adecuado es cuatro (Lag=4).

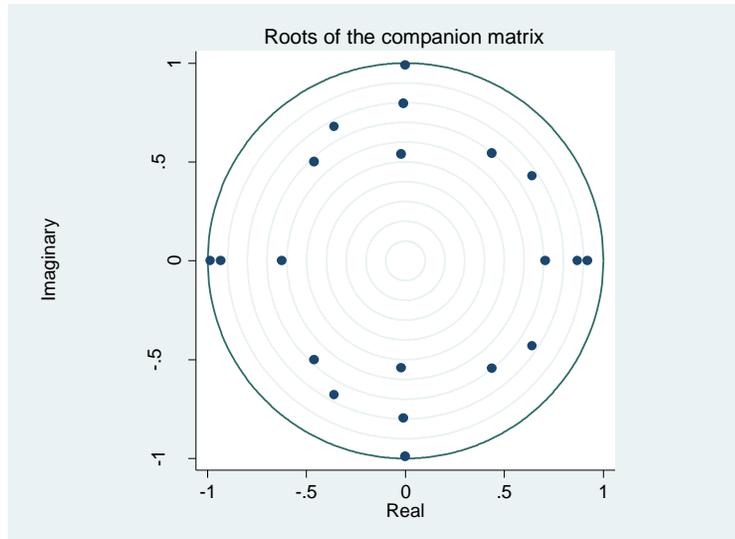
Estabilidad y Estacionariedad del SVAR

En la estimación del VAR, tenemos 5 variables y cuatro rezagos, obteniendo doce valores propios. Mientras que todos los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario, hay tres valores cercanos al límite, lo que indica que algunos *shocks* no pueden desaparecer rápidamente.

Eigenvalue stability condition

Eigenvalue	Modulus
$-.00123567 + .9897679i$	.989769
$-.00123567 - .9897679i$	.989769
$-.9862063$	.986206
$-.9337554$	.933755
$.9195369$	.919537
$.8694101$	.86941
$-.01132574 + .7967415i$	.796822
$-.01132574 - .7967415i$	.796822
$.6392865 + .4304048i$	.770672
$.6392865 - .4304048i$	.770672
$-.3592553 + .6780567i$	.767349
$-.3592553 - .6780567i$	.767349
$.7055563$	.705556
$.435921 + .5440414i$	.697143
$.435921 - .5440414i$	.697143
$-.4635671 + .501676i$	.683062
$-.4635671 - .501676i$	.683062
$-.6264872$	.626487
$-.02133837 + .5409028i$	.541324
$-.02133837 - .5409028i$	.541324

All the eigenvalues lie inside the unit circle.
VAR satisfies stability condition.



Dado que todos los valores de Modulos (Eigenvalues) son menores a 1, todos caen dentro de círculo unitario, por esta razón se dice que el sistema es estable y estacionario. Aunque se puede observar en el gráfico que hay 3 valores muy cercanos a 1.

Correlación

```
. correlate wtius desempleo inflacionipc salre pib
(obs=116)
```

	wtius	desemp~o	inflac~c	salre	pib
wtius	1.0000				
desempleo	-0.1762	1.0000			
inflacionipc	-0.7617	-0.2613	1.0000		
salre	0.7235	-0.1449	-0.7373	1.0000	
pib	0.7827	0.0936	-0.9492	0.8095	1.0000

Existe correlación positiva entre el precio internacional del petróleo y el salario real junto al PIB, a su vez existe una correlación negativa con el desempleo y la inflación.

Estimación del SVAR

Corto plazo

```
chol_est[5,5]
      dlwti      dlldes      dlinf      dlsal      dlpib
dlwti  .13560334          0          0          0          0
dlldes -.00486656  .06441335          0          0          0
dlinf  -.01835037  -.0061773  .08327392          0          0
dlsal  -.00039792  -.00131292  -.00312003  .01016344          0
dlpib  .00029327  -.00122507  .00292253  -.00264914  .01976472
```

Largo plazo

```
Sample: 1988q2 - 2015q4      Number of obs   =      111
Overidentified model        Log likelihood   =    814.7702
```

	Coef.	Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
/c_1_1	.1451401	.0097412	14.90	0.000	.1260478	.1642324
/c_2_1	0	(constrained)				
/c_3_1	0	(constrained)				
/c_4_1	0	(constrained)				
/c_5_1	0	(constrained)				
/c_1_2	0	(constrained)				
/c_2_2	.0798234	.0053574	14.90	0.000	.0693231	.0903237
/c_3_2	0	(constrained)				
/c_4_2	0	(constrained)				
/c_5_2	0	(constrained)				
/c_1_3	0	(constrained)				
/c_2_3	0	(constrained)				
/c_3_3	.1782209	.0119614	14.90	0.000	.154777	.2016648
/c_4_3	0	(constrained)				
/c_5_3	0	(constrained)				
/c_1_4	0	(constrained)				
/c_2_4	0	(constrained)				
/c_3_4	0	(constrained)				
/c_4_4	.022475	.0015084	14.90	0.000	.0195185	.0254315
/c_5_4	0	(constrained)				
/c_1_5	0	(constrained)				
/c_2_5	0	(constrained)				
/c_3_5	0	(constrained)				
/c_4_5	0	(constrained)				
/c_5_5	.1278269	.0085792	14.90	0.000	.111012	.1446418

```
LR test of identifying restrictions:  chi2( 10)=    289.5  Prob > chi2 = 0.000
```

Impulso respuesta

Gráfico 13 – Impulso respuesta WTI - DES

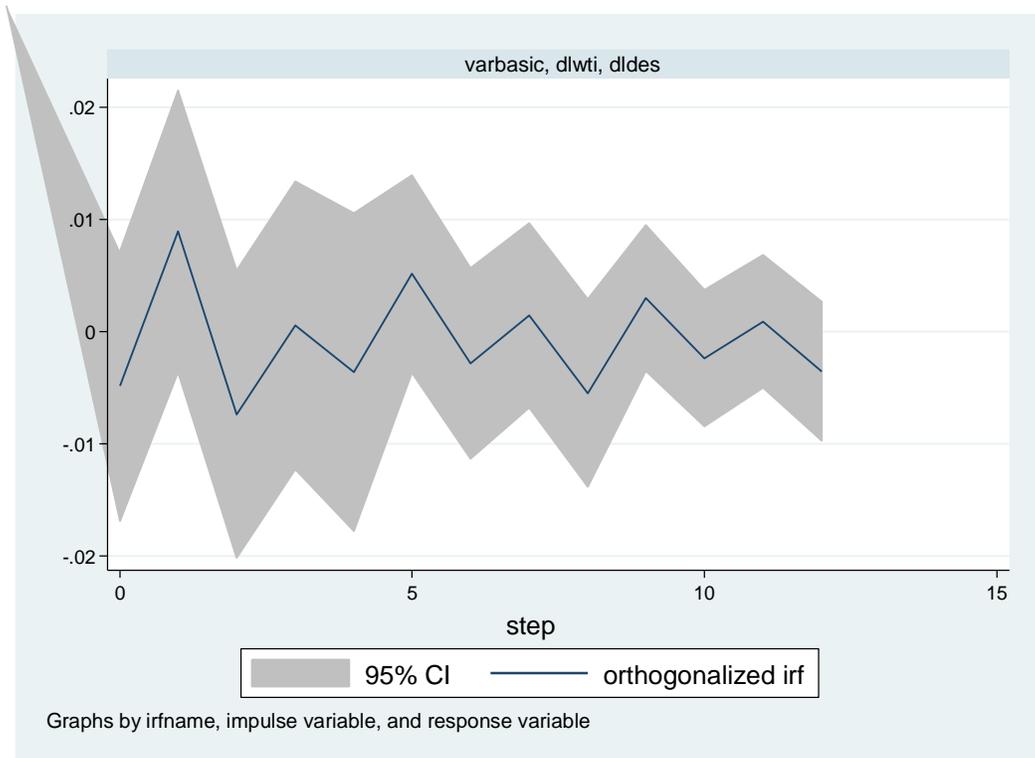


Gráfico 14 – Impulso respuesta WTI - INF

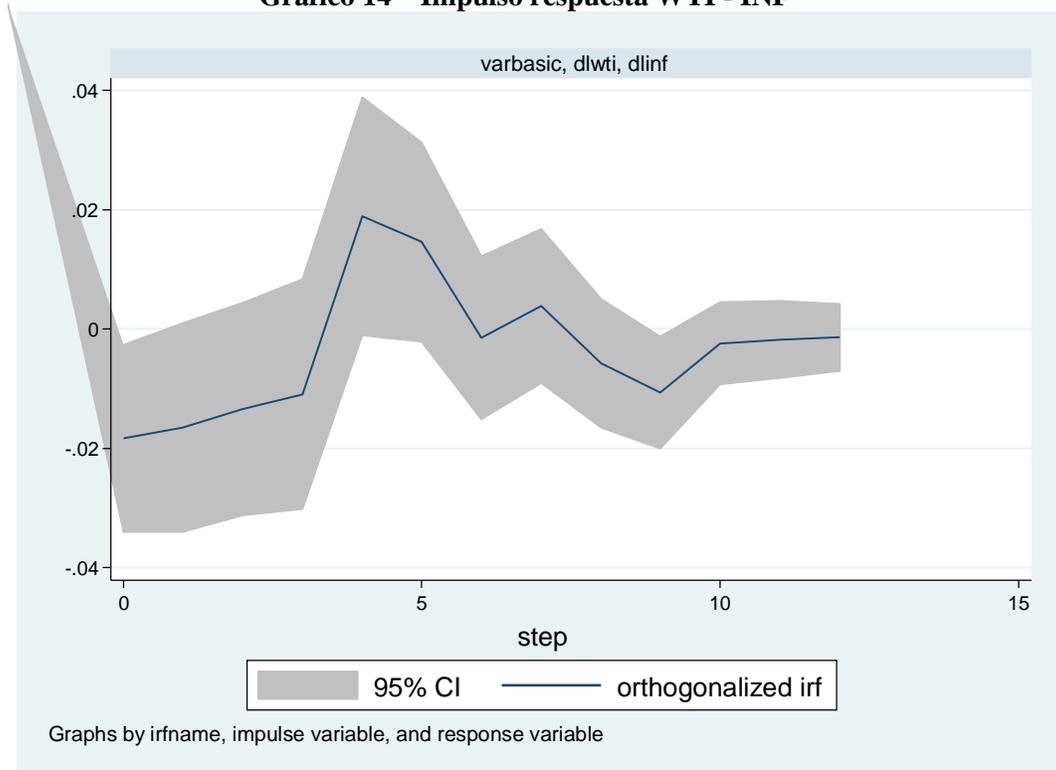


Gráfico 15 – Impulso respuesta WTI - SAL

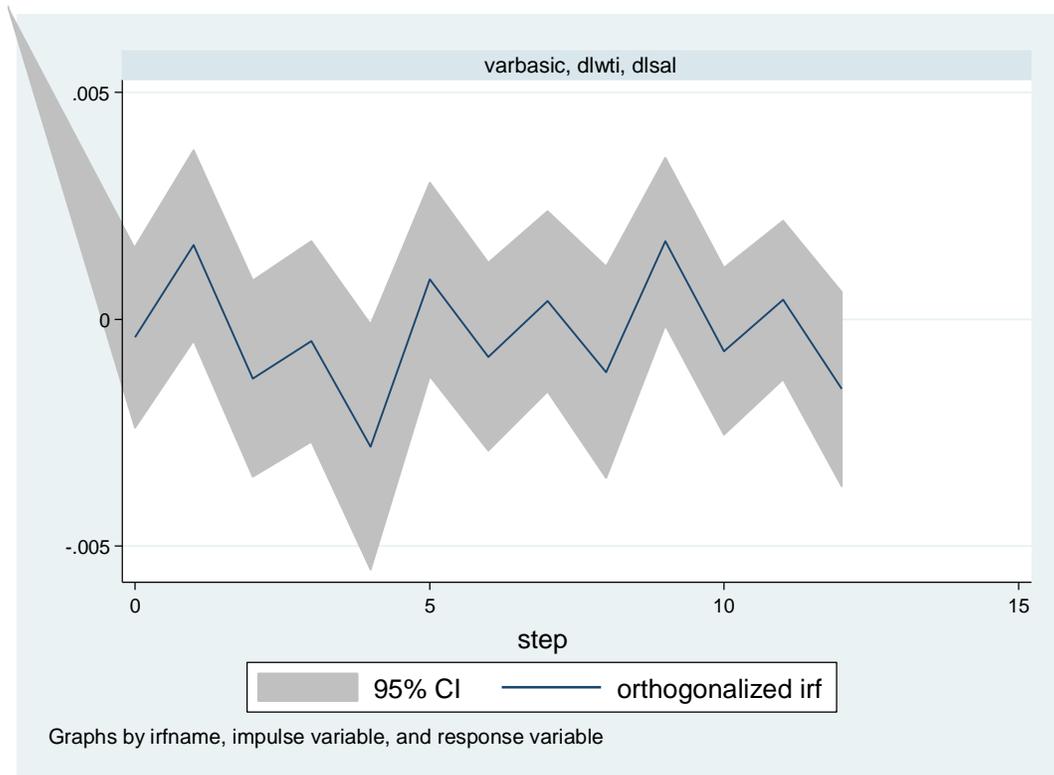


Gráfico 16 – Impulso respuesta WTI - PIB

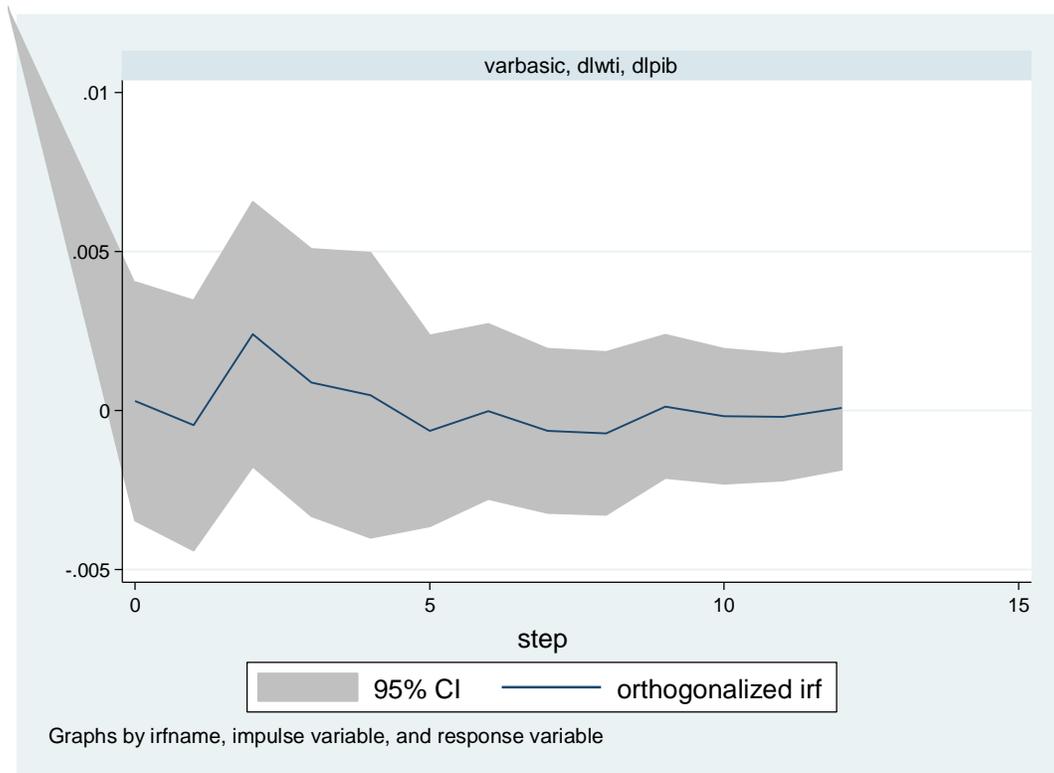
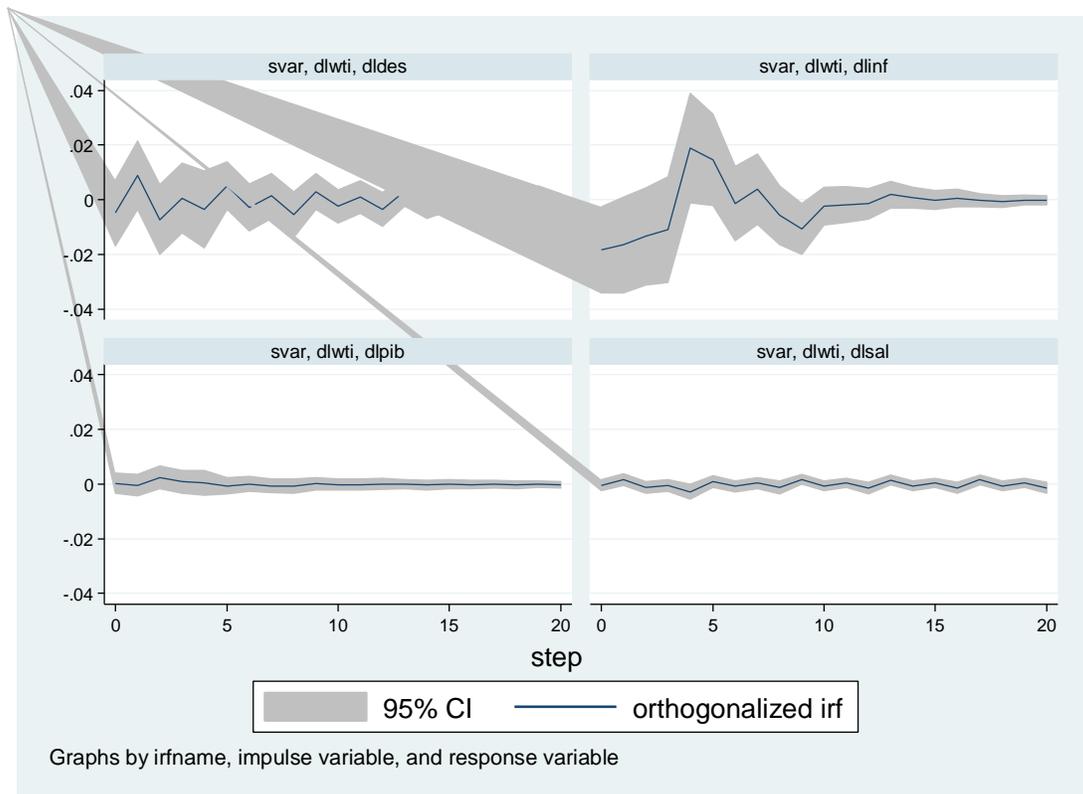


Gráfico 17 – Impulso respuesta WTI - ALL



Pruebas sobre los residuos

Test de Ruido blanco

```
. wntestq resvars
```

Portmanteau test for white noise

Portmanteau (Q) statistic =	28.7034
Prob > chi2(40) =	0.9082

```
. wntestq resvars, lags(4)
```

Portmanteau test for white noise

Portmanteau (Q) statistic =	0.3063
Prob > chi2(4) =	0.9894

Prueba de decisión

$$H_0: \tau_{e,1} = \tau_{e,2} = \dots = \tau_{e,k} = 0 \text{ (Ruido Blanco)}$$

vs $H_a = \text{Por lo menos uno diferente de cero}$

Dado que las probabilidades asociadas al estadístico Portmanteau son mayores al nivel de significancia de 5% se acepta la hipótesis nula, por tanto los residuos son ruido blanco.

Test de normalidad

```
. sktest resvars
```

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr (Skewness)	Pr (Kurtosis)	adj chi2 (2)	joint Prob>chi2
resvars	111	0.5611	0.0091	6.66	0.0357

Prueba de decisión

H_0 : Normalidad en los residuos VS $H_a = \text{No normalidad}$

Debido a que la probidad asociada es mayor al nivel de significancia 0.01 se acepta H_0 y por tanto la distribución es normal.

Autocorrelación

Lagrange-multiplier test

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	38.1797	25	0.04443
2	30.7546	25	0.19727

H_0 : no autocorrelation at lag order

Regla de decisión

H_0 : Ausencia de autocorrelacion serial de los residuos

H_a : Hay autcorrelacion serial de los residuos

Dado que probabilidad asociada al cuarto rezago es mayor al nivel de significación del 5% hay evidencia que nos permite pensar que hay ausencia de autocorrelacion.

TEST de Causalidad

Granger causality Wald tests

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
dlwti	dldes	8.0606	4	0.089
dlwti	dlinf	5.2107	4	0.266
dlwti	dlsal	6.2714	4	0.180
dlwti	dlpib	1.3042	4	0.861
dlwti	ALL	20.98	16	0.179
dldes	dlwti	2.5688	4	0.632
dldes	dlinf	.58269	4	0.965
dldes	dlsal	20.331	4	0.000
dldes	dlpib	8.1882	4	0.085
dldes	ALL	27.474	16	0.037
dlinf	dlwti	10.854	4	0.028
dlinf	dldes	6.0402	4	0.196
dlinf	dlsal	11.963	4	0.018
dlinf	dlpib	10.41	4	0.034
dlinf	ALL	33.583	16	0.006
dlsal	dlwti	6.6122	4	0.158
dlsal	dldes	9.045	4	0.060
dlsal	dlinf	12.678	4	0.013
dlsal	dlpib	20.808	4	0.000
dlsal	ALL	56.701	16	0.000
dlpib	dlwti	1.9156	4	0.751
dlpib	dldes	2.5541	4	0.635
dlpib	dlinf	5.4165	4	0.247
dlpib	dlsal	13.92	4	0.008
dlpib	ALL	28.426	16	0.028

Regla de decisión

H_0 : No hay causalidad de X a Y

H_a : Hay causalidad de X a Y

Si la probabilidad asociada al chi2 es menor al nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que existe causalidad de X a Y.

Rolling Window

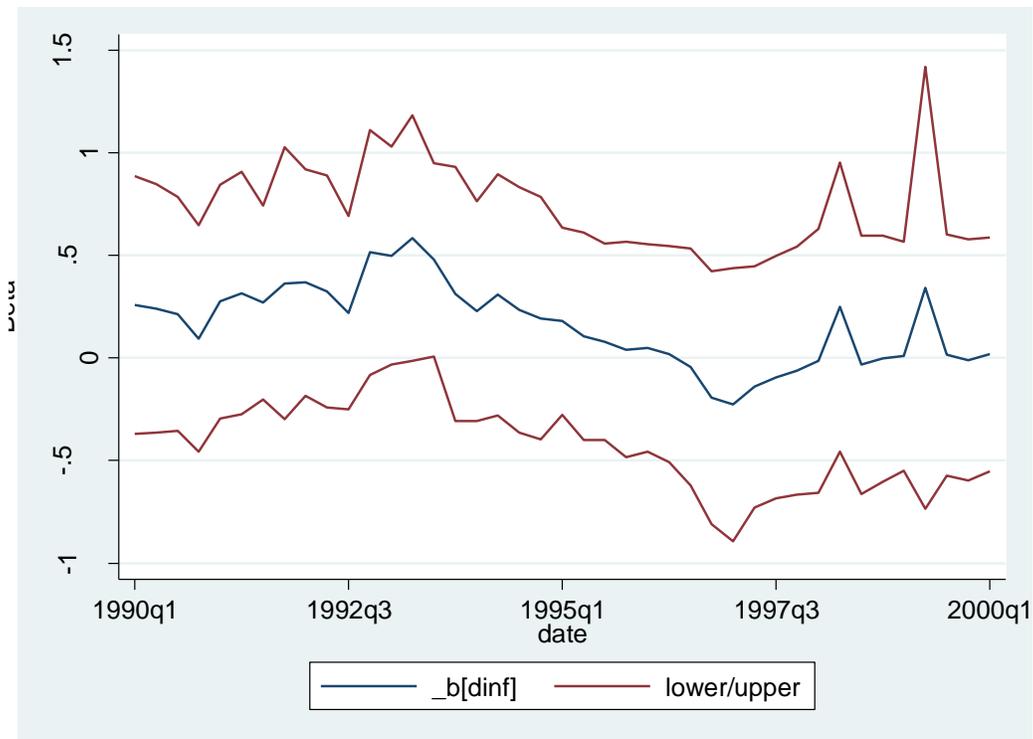
Inflación

$$\pi_t = \alpha \sum_{p=1}^p \beta_p \pi_{t-p} + \sum_{p=0}^p \gamma_p WTI_{t-p} + v_t$$

Antes de 2000

	start	end	date	_b_dinf	_b_dlwti	_b_cons	_se_dinf	_se_dl~i	_se_cons
1.	1987q1	1999q2	1999q2	.4659635	-.1408723	-.012133	.1886194	.0781207	.0105849
2.	1987q2	1999q3	1999q3	.3128358	-.1343191	-.0117855	.1348497	.0782007	.0106195
3.	1987q3	1999q4	1999q4	.291547	-.1368091	-.010556	.1333011	.0782017	.0105565
4.	1987q4	2000q1	2000q1	.2576949	-.1289392	-.0136773	.1321523	.0769714	.0104326

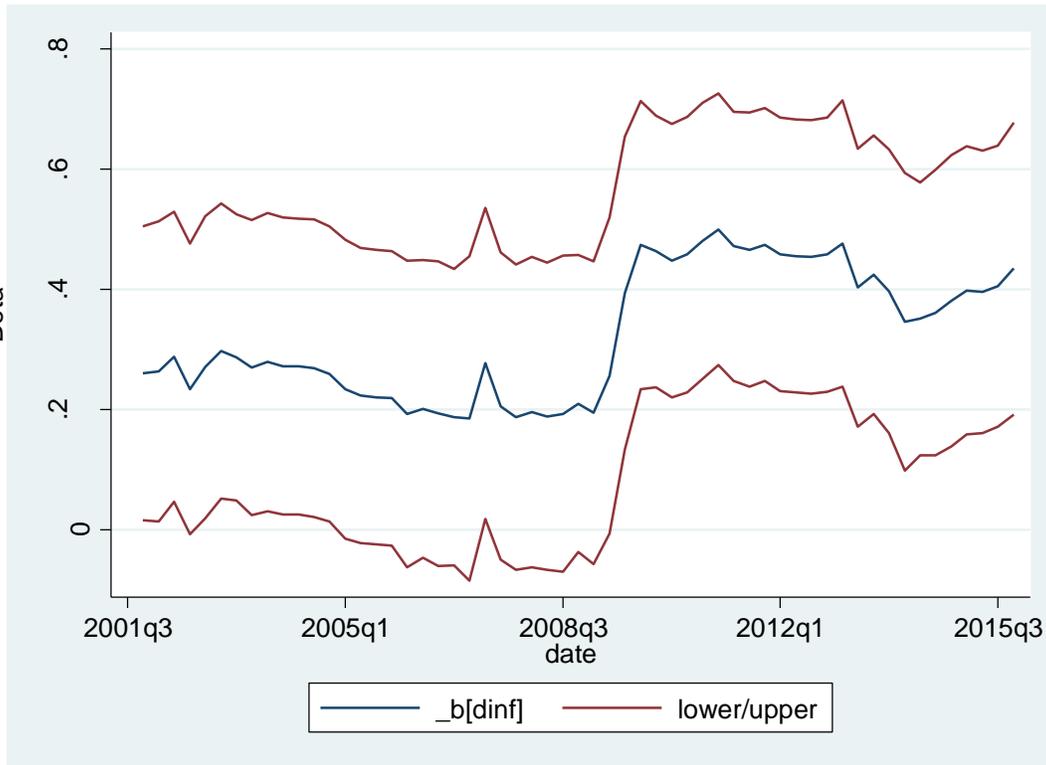
Gráfico 18 – Inflación ante cambios en el WTI (1987-2000)



Después del 2000

	start	end	date	_b_dinf	_b_dlwti	_b_cons	_se_dinf	_se_dl~i	_se_cons
1.	1987q1	2001q4	2001q4	.2605335	-.1164944	-.0124388	.1249314	.0707833	.0095905
2.	1987q2	2002q1	2002q1	.2633753	-.1249564	-.0145476	.1274087	.0720338	.0097085
3.	1987q3	2002q2	2002q2	.2875601	-.1231737	-.0151247	.1232305	.0717571	.0096483
4.	1987q4	2002q3	2002q3	.2343814	-.0971159	-.0164351	.1234212	.0712212	.0097559

Gráfico 19 – Inflación ante cambios en el WTI (2000-2015)



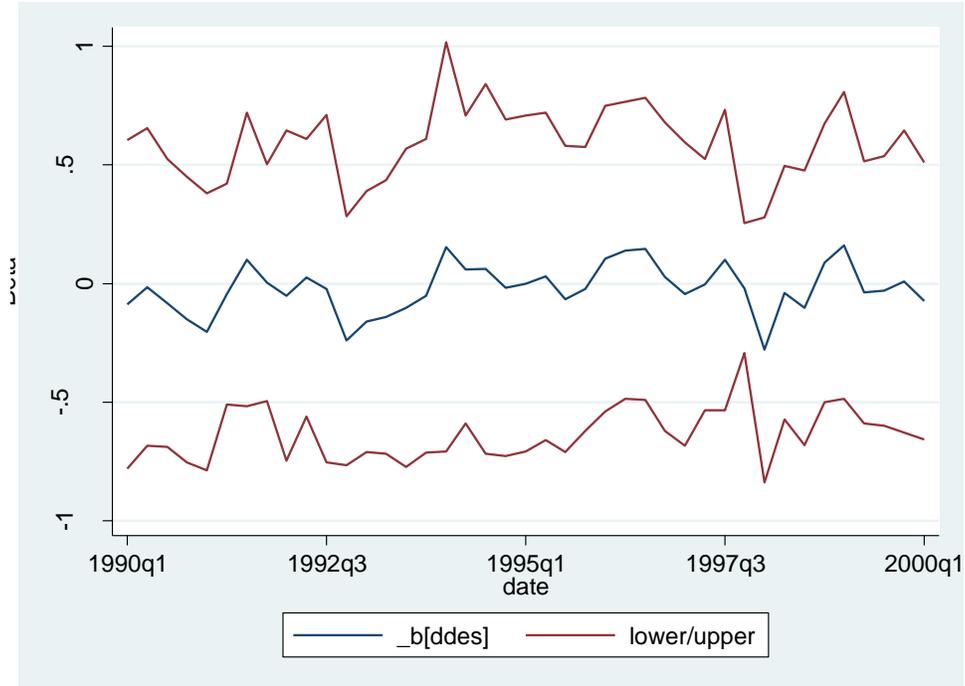
Desempleo

$$u_t = \alpha \sum_{p=1}^p \beta_p u_{t-p} + \sum_{p=0}^p \gamma_p WTI_{t-p} + v_t$$

Antes del 2000

	start	end	date	_b_ddes	_b_dlwti	_b_cons	_se_ddes	_se_dl~i	_se_cons
1.	1987q1	1999q2	1999q2	.0008941	.1341539	.0094122	.1461157	.1168037	.0157371
2.	1987q2	1999q3	1999q3	.0000239	.1308096	.0090373	.1444935	.1141186	.0154357
3.	1987q3	1999q4	1999q4	-.0002809	.1318457	.0066413	.1448173	.1143707	.0153157
4.	1987q4	2000q1	2000q1	-.0374617	.1263593	.0105627	.1455066	.1156568	.0154005

Gráfico 20 – desempleo ante cambios en el WTI (2000-2015)



Despues del 2000

	start	end	date	_b_ddes	_b_dlwti	_b_cons	_se_ddes	_se_dl~i	_se_cons
1.	1987q1	2001q4	2001q4	-.0125949	.1384821	.0047042	.1327158	.1011919	.0134362
2.	1987q2	2002q1	2002q1	-.0243763	.1451276	.006692	.1326498	.1012824	.0133558
3.	1987q3	2002q2	2002q2	-.0405736	.1442046	.0054907	.1303541	.1008808	.0132069
4.	1987q4	2002q3	2002q3	-.0552276	.1307539	.0068208	.1308032	.1000723	.013182

Gráfico 21 – Inflación ante cambios en el WTI (2000-2015)

