

Riesgo del precio del sector petrolero

Medición de pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo de precio del petróleo en  
Colombia.

Claudia María Ayala Rincón y Yesica Caterine Figueroa Cárdenas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Financiero

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Facultad de ingenierías Administrativas

Programa de Ingeniería Financiera Extensión San Gil

2015

Riesgo del precio del sector petrolero

Medición de pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo de precio del petróleo en  
Colombia.

Claudia María Ayala Rincón y Yesica Caterine Figueroa Cárdenas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero  
Financiero

Asesora

Gloria Inés Macías Villalba

Ingeniera Financiera

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Facultad de ingenierías Administrativas

Programa de Ingeniería Financiera Extensión San Gil

2015

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecemos a Dios por acompañarnos todos los días, porque siempre nos ha permitido soñar y llevar a cabo nuestros sueños, y por darnos la salud para culminar con este trabajo.

Agradecimientos especiales a la Doctora Gloria Inés Macías Villalba, por su paciencia y apoyo, por brindarnos su colaboración para el desarrollo de la investigación y ofrecernos su conocimiento para la culminación de éste.

A cada uno de los docentes que nos aportaron su conocimiento y nos motivaron a lo largo de la formación profesional, especialmente al Ing. Sergio Andrés Parra, Ing. Diana Carolina Ferreira y la Ing. Luz Edith Hernández, Directora del Programa.

Por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido a nuestros padres, por su inagotable apoyo durante toda nuestra vida, porque han sido nuestra guía y el camino para poder llegar a este punto de nuestra carrera.

A todas las personas que creyeron en nosotras y apoyaron nuestro proceso de formación como profesionales.

A todos ustedes: ¡Mil gracias!

## Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN .....	9
<b>1 MEDICIÓN DE PÉRDIDAS ESPERADAS Y NO ESPERADAS PARA EL RIESGO DE PRECIO DEL PETRÓLEO EN COLOMBIA. ....</b>	<b>11</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	11
<b>2 ANÁLISIS EL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DEL SECTOR PETROLERO EN COLOMBIA Y LAS EMPRESAS QUE LO CONFORMAN.....</b>	<b>13</b>
2.1 HISTORIA DEL SECTOR PETROLERO EN COLOMBIA.....	13
2.2 PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB). ....	16
2.3 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE HIDROCARBUROS Y DERIVADOS. ....	26
2.4 SOBRE LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO Y LAS TASAS DE CAMBIO.....	27
2.5 RELACIÓN DEL PRECIO DEL DÓLAR Y DEL PETRÓLEO.....	29
2.6 INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTO – IED .....	30
2.7 PETROLERAS CON MAYOR PRODUCCIÓN EN COLOMBIA .....	32
2.8 ANÁLISIS MICROECONÓMICO .....	37
2.8.1 ANÁLISIS BALANCE GENERAL. ....	37
2.8.2 ANÁLISIS ESTADO DE RESULTADOS .....	39
2.8.3 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES FINANCIEROS.....	42
<b>3 CALCULAR LO VOLATILIDAD CON MODELO ARCH – GARCH PARA DOS PERIODOS DE ANÁLISIS. ....</b>	<b>44</b>
3.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN:.....	45
3.2 MEDIDAS DE FORMA .....	46
3.3 PRUEBA DE NORMALIDAD.....	47
3.4 ANÁLISIS K-S.....	47
3.5 MEDIDAS DE POSICIÓN: CUARTILES Y PERCENTILES .....	50
3.6 MODELO ARCH-GARCH .....	53
3.7 VOLATILIDADES CALCULADAS EN EXCEL.....	58
<b>4. PÉRDIDAS ESPERADAS CON MÉTODO VAR PARA LOS DOS PERIODOS DE ANÁLISIS .....</b>	<b>60</b>

5	PÉRDIDAS NO ESPERADAS CON MÉTODO CVAR PARA LOS DOS PERIODOS DE ANÁLISIS .....	65
6	PRUEBAS BACK-TESTING PARA EVALUAR MODELOS .....	69
6.1	BACKTESTING SERIE 1 .....	70
6.2	BACKTESTING SERIE 2 .....	72
7	CONCLUSIONES FINALES .....	79
	INFOGRAFIA .....	81
	BIBLIOGRAFÍA .....	82

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Relaciones del Sector petrolero con la economía en Colombia .....	16
Cuadro 2. Tasa Anual de crecimiento del PIB. ....	17
Cuadro 3. PIB Anual por sectores económicos .....	19
Cuadro 4. Variación porcentual Producto Interno Bruto por sectores. ....	21
Cuadro 5. PIB (Producto Interno Bruto) sector Explotación de Minas y canteras en miles de millones de pesos. ....	23
Cuadro 6. Análisis horizontal del activo, pasivo y patrimonio.....	39
Cuadro 7. Análisis Estado de Resultados.....	39
Cuadro 8. Análisis Horizontal .....	40
Cuadro 9. Indicadores Financieros .....	42
Cuadro 10. Medidas de tendencia.....	45
Cuadro 11. Medidas de forma .....	46
Cuadro 12. Prueba de Normalidad.....	47
Cuadro 13. Percentiles y cuartiles periodo 1 .....	50
Cuadro 14. Cuartiles periodo 1 .....	51
Cuadro 15. Percentiles y cuartiles periodo 2 .....	52
Cuadro 16. Cuartiles periodo 2.....	52
Cuadro 17. AR MA Periodo 1 y 2 .....	54
Cuadro 18. Resultados E-Views .....	58
Cuadro 19. Volatilidad Periodo 1 .....	59
Cuadro 20. Volatilidad Periodo 2 .....	59
Cuadro 21. Comparativo volatilidades obtenidas .....	60
Cuadro 22. Valoración método montecarlo Periodo 1-Nivel de confianza de 95% .....	62
Cuadro 23. Valoración método montecarlo Periodo 2-Nivel de confianza de 95% .....	63
Cuadro 24. Valoración método montecarlo Periodo 1-Nivel de confianza de 99% .....	64
Cuadro 25. Valoración método montecarlo Periodo 2-Nivel de confianza de 99% .....	64
Cuadro 26. Comparativo de VaR Nivel de Significancia 95% .....	65
Cuadro 27. CVaR Periodo 1 .....	66
Cuadro 28. CVaR periodo 2 .....	67
Cuadro 29. Comparativo perdida no esperada periodo 1 y periodo 2.....	68
Cuadro 30. Backtesting Montecarlo 95% serie 1. ....	70
Cuadro 31. Backtesting Montecarlo 99% serie 1 .....	71
Cuadro 32. Backtesting método Montecarlo 95% serie 2. ....	73
Cuadro 33. Backtesting método Montecarlo 99% serie 2. ....	74
Cuadro 34. Resultados E-views.....	75
Cuadro 35. Backtesting con TRM Periodo 1.....	76
Cuadro 36. Backtesting con TRM Periodo 2 .....	78

## Lista de Imágenes

Imagen 1. IED Colombia 2014 .....	32
Imagen 2. Tipo de sociedades de las empresas dedicadas a la extracción de petróleo .....	33
Imagen 3 y Imagen 4. Correlogramas periodos de análisis .....	53
Imagen 5 y Imagen 6. Estimación de la ecuación sin modificaciones y coeficientes de las variables periodo 1. ....	54
Imagen 7 y Imagen 8. Estimación de la ecuación sin modificaciones y coeficientes de las variables periodo 2 .....	55
Imagen 9 y Imagen 10. Estimación de la ecuación modificada y coeficientes de las variables periodo 1 .....	55
Imagen 11 y Imagen 12. Estimación de la ecuación modificada y coeficientes de las variables periodo 2 .....	56
Imagen 13 y Imagen 14. Modelo ARCH-GARCH periodo 2 .....	57
Imagen 15 y Imagen 16. Coeficientes periodo 1 y 2 .....	57

## Lista de gráficos

Grafica 1. PIB Anual Colombia.....	18
Grafica 2. Datos PIB Anual por sectores económicos .....	19
Grafica 3. Comportamiento del PIB sector explotación de minas y canteras (en miles de millones de pesos).....	20
Grafica 4. Composición del PIB Año 2013 .....	22
Grafica 5. Composición del PIB Año 2014.....	23
Grafica 6. Comportamiento del subsector de extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de Uranio y Torio. ....	24
Grafica 7. PIB 2013 Participación de las actividades en el sector de Explotación de Minas y canteras. ....	25
Grafica 8. PIB 2014 Participación de las actividades en el sector de Explotación de Minas y canteras. ....	25
Grafica 9. Importaciones y exportaciones de derivados del petróleo. ....	27
Grafica 10. Precios del petróleo e índices .....	30
Grafica 11. Flujo de la Inversión Extranjera Directa en Colombia .....	31
Grafica 12. Análisis del balance general .....	38
Grafica 13. Comportamiento principales cuentas del estado de resultados .....	41
Grafica 14. Precio WTI dos periodos de análisis.....	45
Grafica 15 y Grafica 16. Histograma periodo 1 y periodo 2 .....	46
Grafica 17 y Grafica 18. Dispersión SSPS periodo 1-. Dispersión SSPS periodo 2 .....	48
Grafica 19. Dispersión datos periodo 1 .....	49
Grafica 20. Dispersión datos periodo 2.....	49
Grafica 21 y Grafica 22. Diagrama de Caja Periodo 1- Diagrama de Caja Periodo 2.....	50
Grafica 23. Escenarios de pérdidas y ganancias para determinación del CVaR en el periodo 1 ..	66
Grafica 24. Escenarios de pérdidas y ganancias para determinación del CVaR en el periodo 2 ..	68
Grafica 25. Gráfico de Montecarlo 95% serie 1 .....	71
Grafica 26. Gráfico de Montecarlo 99% serie 1. ....	72
Grafica 27. Grafico de Montecarlo 95% serie 2 .....	74
Grafica 28. Grafico de Montecarlo 99% serie 2 .....	75
Grafica 29. Backtesting con TRM Periodo 1 .....	77

## Introducción

El petróleo es la fuente principal de energía para muchas actividades humanas de la sociedad actual, tales como la industria, la minería y el transporte, por esto el comportamiento de su precio puede afectar en gran medida los ingresos de un país. En Colombia el petróleo representa el 54 por ciento de las exportaciones del país, el 40 por ciento de la inversión extranjera y la quinta parte de los ingresos fiscales de la Nación son generados por este sector.

El panorama internacional desfavorece actualmente a uno de los motores de empleo y crecimiento del país y habría que ajustar el aparato nacional para que dicho sector permanezca rentable a través del tiempo y sus utilidades fortalezcan los pilares necesarios para sustentar un salto hacia el futuro (Mora,(2015), Breve introducción a nuestra crisis petrolera. Recuperada de: <http://www.las2orillas.co/breve-introduccion-nuestra-crisis-petrolera/>), pues la economía del país sufre riesgos con la caída del precio del petróleo; es por esto, que este hecho ha generado tanto impacto y a falta de estudios que determinen los riesgos para las empresas petroleras que operan en Colombia tales como Canacol Energy, Ecopetrol y Pacific Rubiales. Por lo anterior consideramos la importancia de centrar la presente investigación en la medición de las pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo del precio del petróleo en Colombia.

El análisis del riesgo de mercado ha tomado una gran importancia después de los acuerdos de Basilea, en el cual se habla sobre de los modelos de medición como el VaR y CVaR, los cuales se aplicarán en la presente investigación. Además que compone una de las líneas de formación y campo de acción del Ingeniero Financiero.

A continuación se presenta la propuesta de trabajo de grado de estudiantes de Ingeniería Financiera enfocada a la línea de riesgos, la cual busca aportar elementos de análisis a la crisis actual del petróleo.

La investigación llevará a cabo el desarrollo de cinco (5) etapas, iniciando con el análisis del sector petrolero, el cálculo de la volatilidad, permitiendo medir las pérdidas esperadas y no esperadas con el modelo VaR y CVaR, para finalmente aplicar pruebas back-testing y dar cumplimiento al objetivo central de este proyecto.

# **1 Medición de pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo de precio del petróleo en Colombia.**

## **1.1 Planteamiento del problema y justificación**

El petróleo debido a su infinidad de productos derivados, se ha convertido en uno de los factores importantes en el desarrollo social y económico en todo el mundo, donde su comportamiento puede afectar a un país en gran medida, positiva o negativamente, tanto el recaudo fiscal como el desempleo, las importaciones y exportaciones.

Actualmente el precio del petróleo registra un retroceso significativo, debido al deterioro en las perspectivas de crecimiento económico global, aumentos en la expectativa de producción, disminución de riesgos geopolíticos, y una alta acumulación de inventarios (Salcedo, (2015), consultorio/precios del petróleo en 2015. Recuperado de:

[http://www.portafolio.co/opinion/analisis-precios-petroleo-2015\)](http://www.portafolio.co/opinion/analisis-precios-petroleo-2015)

Colombia, el cuarto productor de crudo de América Latina, se está viendo afectada por la caída de los precios internacionales del petróleo, el principal generador de ingresos para su economía por exportaciones, impuestos y regalías. (Ortiz, Higuera, Huérfano y Díaz, (2014), Caída de precios del petróleo golpea a Colombia, Recuperado de:

[http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/caida-de-precios-del-petroleo-golpea-a-colombia.html\)](http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/caida-de-precios-del-petroleo-golpea-a-colombia.html)

En la investigación realizada por Hernando José Gómez para el PNUD, titulada “Colombia frente a una destorcida en los precios del petróleo”, se analizan los efectos de un escenario en el que el barril de petróleo desciende a 60 dólares, es importante resaltar que se perderían hasta cinco años de progreso en la mejora de algunos indicadores sociales y

económicos. Por ejemplo, se reduciría el crecimiento del PIB en un 13 % para el 2021, lo que representa 1,8 billones de pesos; la inflación subiría 1,8 % anualmente; el desempleo volvería a niveles del 12 %; y la tasa de pobreza alcanzaría el 31 % en el 2021, un 8 % mayor al nivel proyectado.

Conscientes de la situación actual del precio internacional del petróleo, que afecta gravemente al sector petrolero y al país, se propone realizar la medición de las pérdidas esperadas y no esperadas por el cambio del precio del petróleo en Colombia, para así facilitar la toma de decisiones que buscan minimizar los impactos negativos en la industria.

Esta iniciativa responde a la necesidad de la falta de estudios que permita medir el riesgo de los precios del sector petrolero donde se pueda analizar las medidas a tomar con el fin de disminuir el impacto en la economía colombiana. En tal sentido, este estudio responde a la pregunta ¿Cuál es el nivel de pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo de precios del petróleo en Colombia?

La investigación se desarrolla como trabajo de grado de estudiantes del Programa de Ingeniería Financiera de Noveno semestre de la Universidad Autónoma de Bucaramanga extensión en UNISANGIL, como aporte para el sector petrolero.

Esta iniciativa responde a la necesidad de la falta de estudios que permita medir el riesgo de los precios del sector petrolero donde se pueda analizar las medidas a tomar con el fin de disminuir el impacto en la economía colombiana. En tal sentido, este estudio responde a la pregunta ¿Cuál es el nivel de pérdidas esperadas y no esperadas para el riesgo de precios del petróleo en Colombia?

## **2 Análisis el comportamiento histórico del sector petrolero en Colombia y las empresas que lo conforman**

### **2.1 Historia del sector petrolero en Colombia**

Los principios del petróleo en Colombia datan de 1536 cuando se conoció de la existencia del mismo en Barrancabermeja por los acompañantes de Gonzalo Jiménez de Quesada, quienes los explotaron de una forma artesanal, solo para crear fuego (Asociación Nacional de Hidrocarburos. Comienzos del petróleo en Colombia. Recuperado el 12 de agosto de 2015 de:

<http://www.anh.gov.co/portalarregionalizacion/Paginas/Historia-del-petroleo-en-Colombia.aspx>).

Ya en 1866 y 1918 abre caminos y una red de ferrocarril de la Provincia de Soto hasta el río Magdalena, para exportación de los productos (Banco de la República de Colombia. Época de la república. Recuperado de:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/agosto2013/yareguies><http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/agosto-2013/yareguies>).

En 1903 implantan las primeras reglamentaciones en materia de explotación petrolera en el gobierno de Rafael Reyes. Para 1905 por medio del Decreto No 34 que faculto al poder ejecutivo para otorgar concesiones petroleras, la primera fue para Roberto de Mares de la compañía Tropical Oil Company (Troco). En 1921 se inicia la explotación por parte de la compañía estadounidense. Las terribles condiciones de vida de los trabajadores de los pozos petroleros en Barrancabermeja, lleva a que en el año 1922 se dé la creación de Sociedad unión obrera, que después se llamaría unión sindical obrera que contaría con 3.000 afiliados (Miguel Ramos (2010). Barrancabermeja y las luchas obreras de principio del XX. Recuperado el 12 de

Agosto de 2015 de: <http://reflexionscolombianas.blogspot.com.co/2010/07/barrancabermeja-y-las-luchas-obreras-de.html>).

En 1924 el 8 de octubre se inició la primera huelga de la Troco en Barrancabermeja promulgada por Raúl Eduardo Mahecha, la cual también contó con el apoyo de los comerciantes y los colonos, quienes se veían gravemente afectados por el monopolio de la Troco.

Las exigencias de esta movilización eran mejoras en las medidas higiénicas, de protección social de la empresa y de salud, que los obreros fueran más colombianos que extranjeros, jornadas de ocho horas, pagos puntuales y otros aspectos más políticos destinados a defender la soberanía y manejo de los recursos naturales.

Para el año 1927 se da la segunda huelga de la Tronco en Barrancabermeja, en enero, también participa Mahecha en ella y entra en escena el flamante Partido Socialista Revolucionario, el primero con carácter marxista creado en el país.

En 1931 Se expidió la Ley 37 o “Ley del Petróleo“, en el gobierno de Enrique Olaya Herrera.

El 25 de agosto de 1951 Reversión de la concesión de Mares da pie a la creación de empresa del estado colombiano ECOPETROL. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá (Ecopetrol. Historia de Ecopetrol. Recuperada de: [www.ecopetro.com.co](http://www.ecopetro.com.co)).

En el año 1961 se da la Promulgación Ley 20 que sirve de base para el Contrato de Asociación.

Descubrimiento del yacimiento Caño Limón en el año 1983, es un campo petrolífero gigante en el municipio de Arauquita, le permitió a Colombia convertirse en un exportador de petróleo después de muchos años como importador y ha producido hasta el momento más de 1300 millones de barriles.

En el año 1993 se da el descubrimiento del yacimiento Cupiagua en el departamento de Casanare.

Por medio del Decreto 1760 de 2003 se consolidó la reestructuración del sector hidrocarburífero de Colombia con la creación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, esta nace como respuesta a la difícil situación que atravesaba el sector ya que la disminución de las reservas de petróleo (Agencia Nacional de Hidrocarburos. Historia de la ANH. Recuperado el 28 de Agosto de 2015 de: <http://www.anh.gov.co/la-anh/Paginas/historia.aspx>).

La primera ronda realizada fue la ronda del Caribe, esta fue el primer informe de gestión entregado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

La constitución del nuevo sistema general de regalías en el año 2010, por medio de la reforma a los artículos 360 y 361 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones sobre el régimen de regalías y compensaciones.

El petróleo en Colombia fue construyendo a través de la historia una fuerte relación con la economía, aunque esta no depende de él si es un importante elemento para su estabilidad. El

en cuadro 1 se puede observar las diferentes relaciones que tienen el sector petrolero, y sus diferentes ingresos.

Cuadro 1. Relaciones del Sector petrolero con la economía en Colombia

Relaciones del Sector petrolero con la economía en Colombia	Sector publico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingresos fiscales</li> <li>- Regalías</li> </ul>
	Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inversión extranjera</li> <li>- Comercio exterior</li> <li>- Mercadeo cambiario y tasa de cambio</li> </ul>
	Terceros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mano de obra directa e indirecta</li> <li>- Inflación por los cambios del precio del crudo</li> </ul>

Fuente: elaboración propia en basado en La economía petrolera en Colombia (Parte II) banco de la republica

## 2.2 Producto Interno Bruto (PIB).

En términos generales, el Producto Interno Bruto PIB es el total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. Incluye la producción generada por nacionales residentes en el país y por extranjeros residentes en el país, y excluye la producción de nacionales residentes en el exterior (Banco de la República de Colombia (2013). Definición del PIB. Bogotá, Colombia. Recuperado el 03 de Agosto de 2015 de:

<http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-producto-interno-bruto-pib>). Es el indicador que permite medir el crecimiento del país y sus sectores económicos.

En Colombia, el PIB en los últimos cuatro años, como se puede ver en el Cuadro 1. ha presentado un crecimiento menor al 8% siendo el 2011 el periodo con la mayor tasa de crecimiento con un valor del 7%, el 2013 y 2014 presentaron un crecimiento del 5 %, y para el año 2015 pese a que el Gobierno tenía proyectado que la Economía nacional iba a crecer entre el 4 y 4,5 por ciento, el Presidente de la República, Juan Manuel Santos, moderó el pronóstico y señaló que la expansión del PIB se moverá en un rango que oscila entre el 3.5 y el 4 por ciento (Portafolio Revista en línea (2015). Noticias económicas. Colombia. Recuperado el 27 de Agosto de 2015 de: <http://www.portafolio.co/economia/santos-redujo-expectativa-crecimiento-economia-2015>).

Cuadro 2. Tasa Anual de crecimiento del PIB.

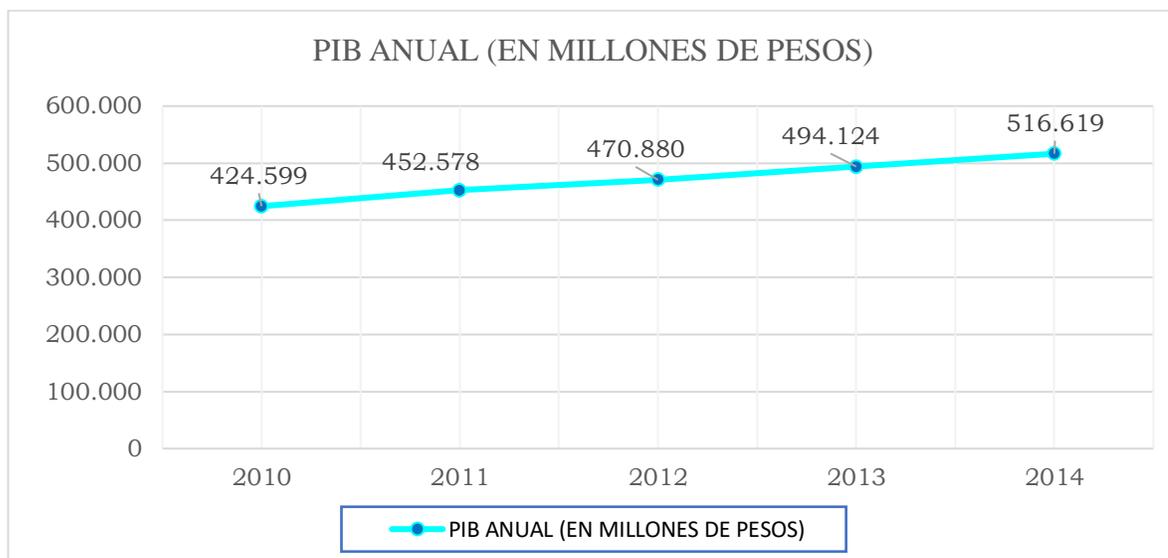
CRECIMIENTO DEL PIB	
2011	7%
2012	4%
2013	5%
2014	5%



Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

El Producto Interno Bruto en Colombia para los últimos cinco años (dado en miles de millones de pesos) se puede ver en el Gráfico 1. Se evidencia una tendencia alcista. Para el 2014 el PIB corresponde a 516,619 millones de pesos, 22,496 millones de pesos por encima del valor para el 2013.

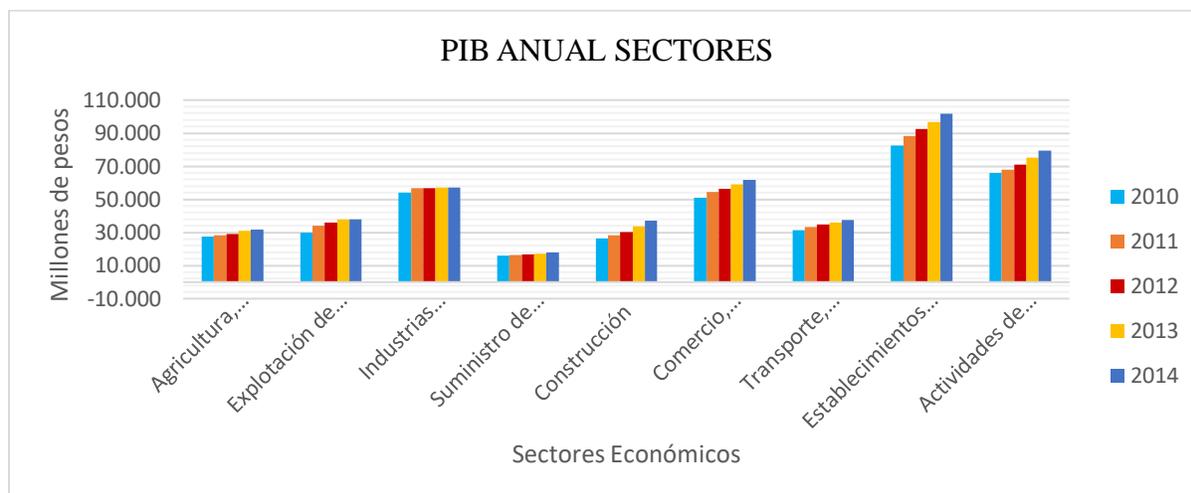
Grafica 1. PIB Anual Colombia



Fuente: Elaboración propia de los autores basado en datos del DANE.

A continuación se muestra la variación anual del Producto Interno Bruto PIB para los diferentes sectores desde el 2011 hasta el 2014.

Grafica 2. Datos PIB Anual por sectores económicos



Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

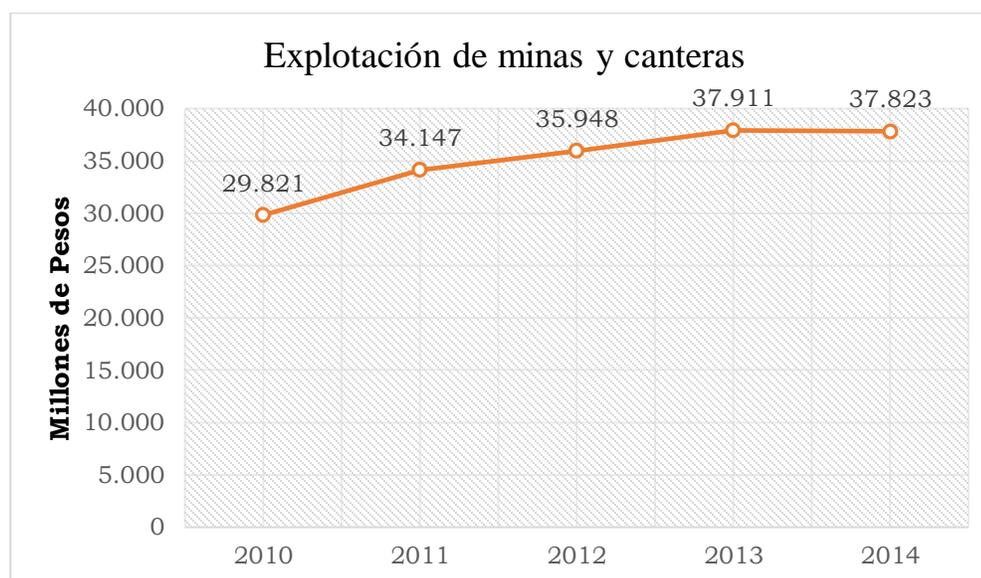
Cuadro 3. PIB Anual por sectores económicos

PIB (DADO EN MILES DE MILLONES DE PESOS)					
RAMAS DE ACTIVIDAD	2010	2011	2012	2013	2014
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	27,720	28,295	29,005	30,943	31,642
Explotación de minas y canteras	29,821	34,147	35,948	37,911	37,823
Industrias manufactureras	54,065	56,631	56,677	57,041	57,181
Suministro de electricidad, gas y agua	15,895	16,376	16,752	17,281	17,937
Construcción	26,302	28,469	30,159	33,651	36,968
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	50,975	54,400	56,523	59,079	61,785
Transporte, almacenamiento y actividades de mensajería	31,369	33,455	34,757	36,000	37,494

comunicaciones					
Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	82,688	88,215	92,676	96,954	101,678
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	65,920	67,996	71,132	75,400	79,510

Fuente: Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

Grafica 3. Comportamiento del PIB sector explotación de minas y canteras (en miles de millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

Para el sector de explotación de Minas y canteras, se presenta una tendencia alcista desde el año 2010 hasta el 2013; el año 2014 en relación al 2013 presentó una disminución de 88 millones de pesos. A continuación se presenta la variación anual de los sectores, donde se puede

apreciar más claramente el comportamiento del sector de interés Explotación de minas y canteras.

Cuadro 4. Variación porcentual Producto Interno Bruto por sectores.

<b>VARIACIÓN ANUAL PIB (PRODUCTO INTERNO BRUTO)</b>				
	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	2.03%	2.45%	6.26%	2.21%
Explotación de minas y canteras	12.67%	5.01%	5.18%	-0.23%
Industrias manufactureras	4.53%	0.08%	0.64%	0.24%
Suministro de electricidad, gas y agua	2.94%	2.24%	3.06%	3.66%
Construcción	7.61%	5.60%	10.38%	8.97%
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	6.30%	3.76%	4.33%	4.38%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	6.24%	3.75%	3.45%	3.98%
Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	6.27%	4.81%	4.41%	4.65%
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	3.05%	4.41%	5.66%	5.17%

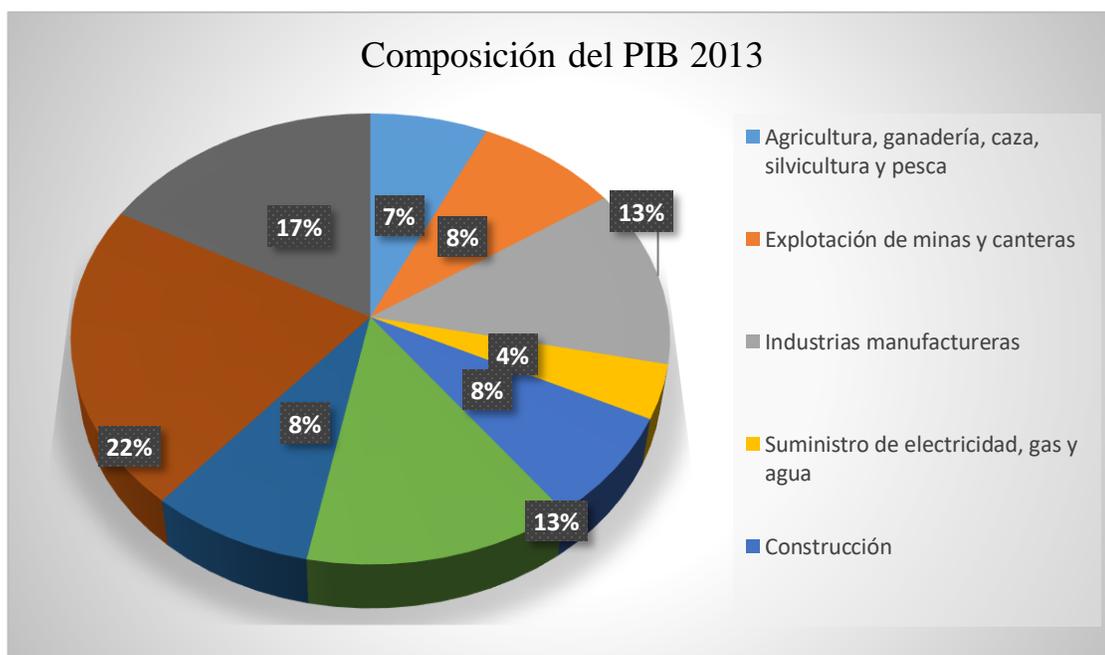
Fuente: Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

Para el sector de explotación de minas y canteras, en el 2011 el sector presenta el mayor aumento del PIB, para los años 2012 y 2013 el crecimiento es de 5.01% y 5.18%, respectivamente, representativo para el sector y para el año 2014 se presentó una caída de -0.23. Se puede evidenciar que el comportamiento del sector no tiene correlación con el comportamiento general de la economía, en buena medida, a causa de la crisis por la que actualmente atraviesa el sector por cuestiones de la operación de las empresas petroleras a raíz de una caída en el precio del petróleo, lo que genera se reduzcan la exploración y producción

nacional del crudo, además que se afecta los ingresos de la Nación, ya que el petróleo compone cerca del 90% de las exportaciones tradicionales, casi el 40 % del mercado de divisas y más o menos el 30 % de la inversión extranjera directa.

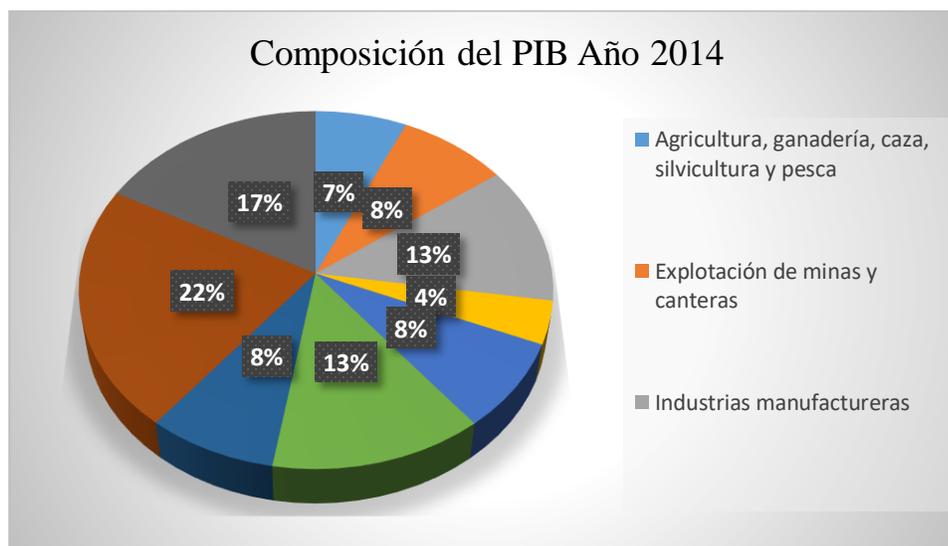
En el sector de Explotación de Minas y canteras, la actividad de extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio, compone en mayor porcentaje el PIB. Esto debido a que es una actividad que ha generado crecimiento, empleo, rentabilidad y hoy día la industria minera genera importantes ingresos para la Nación y promueve desarrollo industrial y social.

Grafica 4. Composición del PIB Año 2013



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE

Grafica 5. Composición del PIB Año 2014



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE

A continuación se presenta el porcentaje de participación de cada una de las actividades en el PIB del sector Explotación de Minas y canteras.

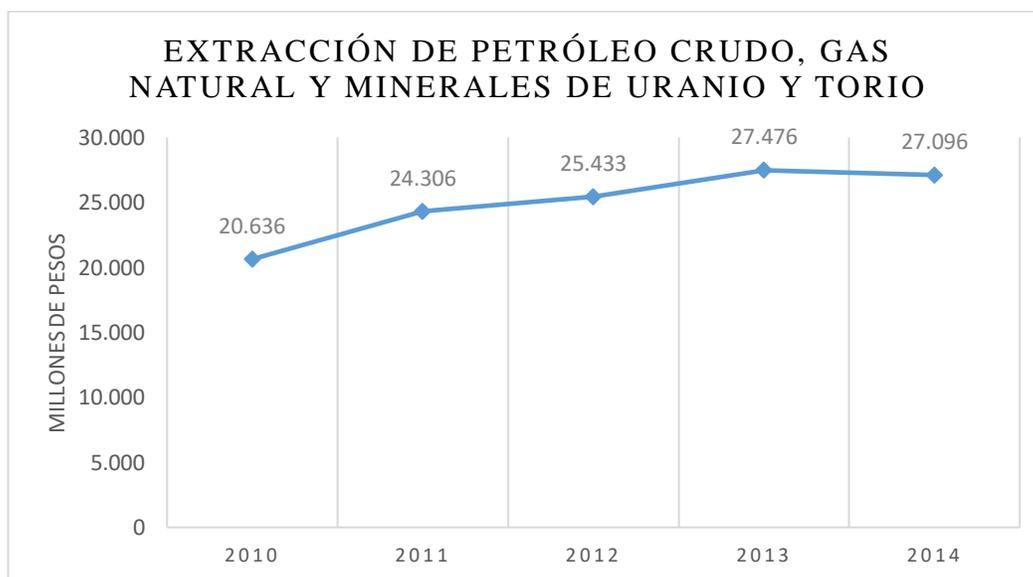
Cuadro 5. PIB (Producto Interno Bruto) sector Explotación de Minas y canteras en miles de millones de pesos.

RAMAS DE ACTIVIDAD	2010	2011	2012	2013	2014
Explotación de minas y canteras	29,821	34,147	35,948	37,911	37,823
Extracción de carbón mineral	6,059	6,951	7,219	6,974	7,222
Extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	20,636	24,306	25,433	27,476	27,096
Extracción de minerales metalíferos	2,072	1,840	2,185	1,964	1,799

Extracción de minerales no metálicos	1,324	1,403	1,439	1,649	1,823
--------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia basada en datos del Dane

Grafica 6. Comportamiento del subsector de extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de Uranio y Torio.

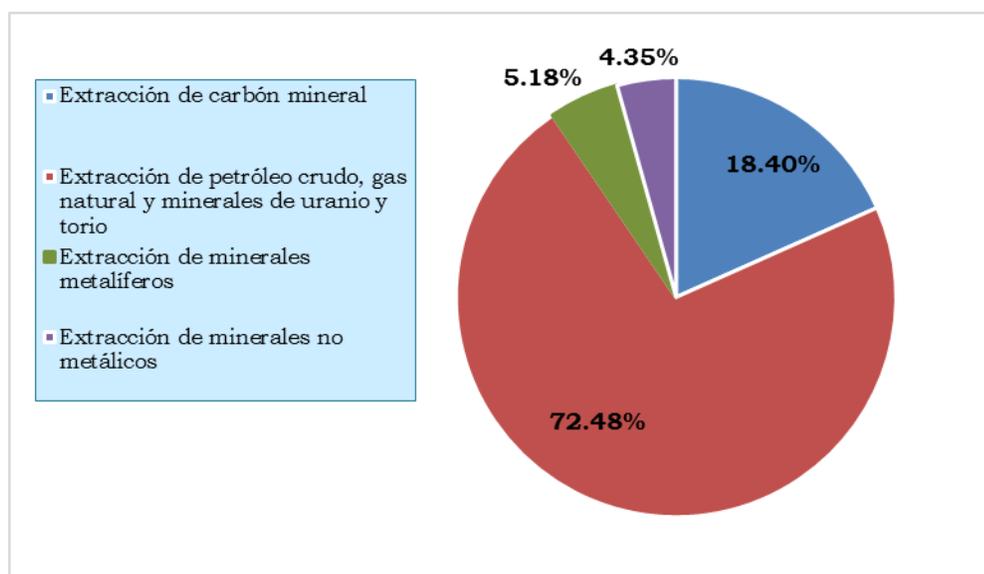


Fuente. Elaboración propia con datos del DANE.

El comportamiento de la actividad de extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio, es creciente desde el primer año de estudio para el presente trabajo, año 2010 hasta el 2013, para el 2014 se presenta un menor valor en comparación al 2013, frenándose el crecimiento que se venía presentando, lo cual es debido a la crisis petrolera que enfrenta nuestro país desde dicho año hasta la actualidad, la cual radica en los bajos precios, lo que ha conllevado a que las empresas recorten su presupuesto en busca de contrarrestar su efecto.

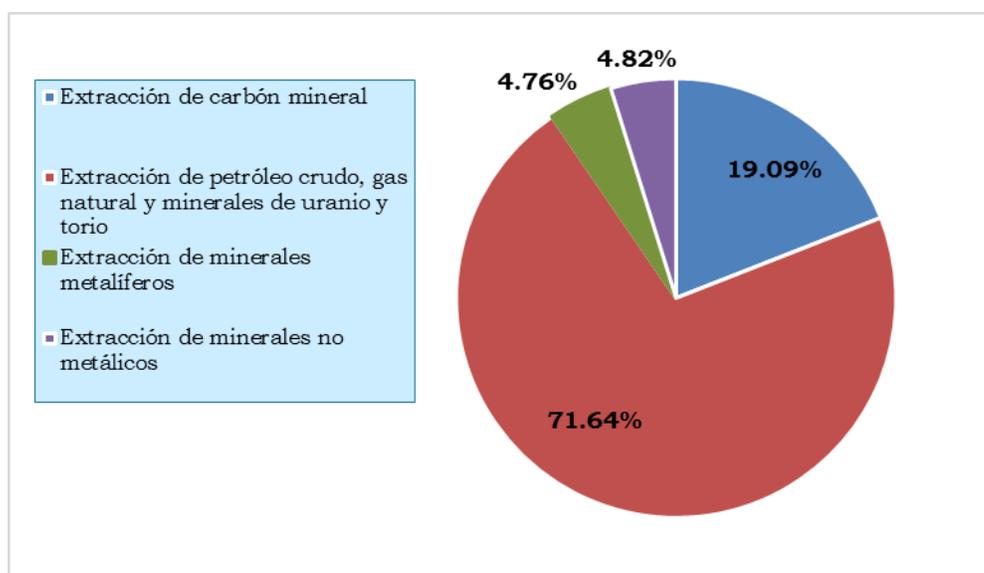
A continuación se presenta la participación del PIB de cada actividad dentro del sector Explotación de Minas y canteras para los años 2013 y 2014.

Grafica 7. PIB 2013 Participación de las actividades en el sector de Explotación de Minas y canteras.



Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

Grafica 8. PIB 2014 Participación de las actividades en el sector de Explotación de Minas y canteras.



Fuente: Elaboración propia basada en datos del DANE.

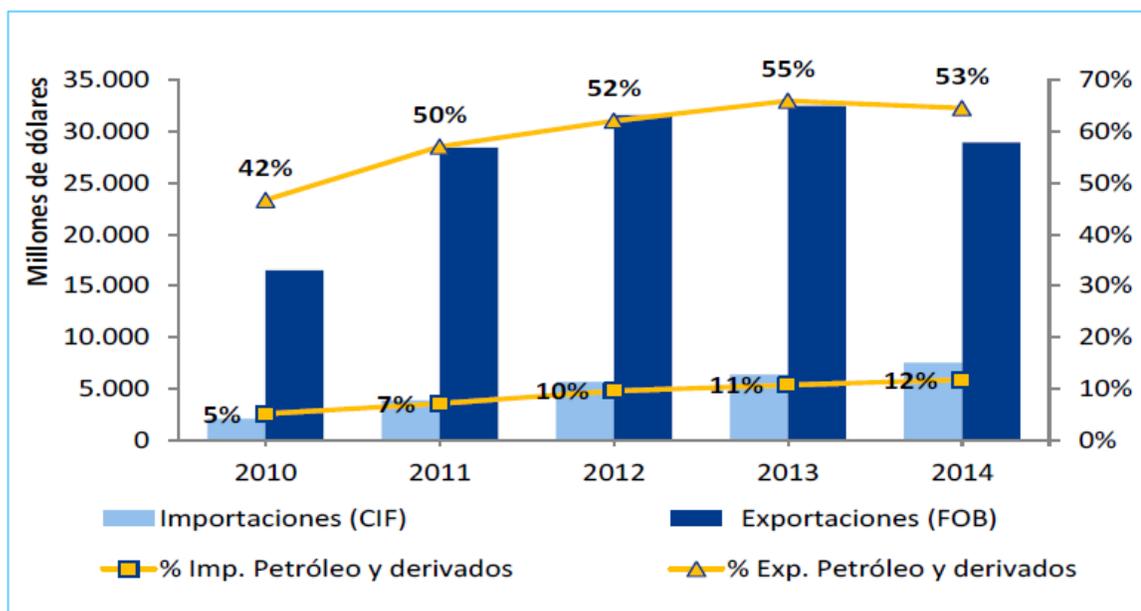
Muchos analistas y expertos en la Economía tildan la economía colombiana como “petroleodependiente”, y es que dentro de uno de los más importantes sectores del país, de nueve el quinto sector que más participación tiene en el PIB, la participación de esta actividad es mayor al 70%. Así se puede evidenciar en la gráfica 7 y 8 anteriores.

### **2.3 Exportaciones e importaciones de Hidrocarburos y derivados.**

Desde el 2011 y hasta el último año de estudio, el 2014, las exportaciones libre en puerto (FOB) de los hidrocarburos y sus derivados representa más del 50% del total de éstas, para el 2014 se presenta una disminución de las exportaciones de un 11% en comparación con el comportamiento para el 2013 según la Asociación Nacional de Hidrocarburos, comportamiento que tiene relación con la caída en el total de las exportaciones del país en el 2014 frente al 2013.

En cuanto a las importaciones, así como se puede también apreciar en la Gráfica 9, presentaron un crecimiento tanto en su total como para el sector. Según la ACP (Asociación Colombiana de Petróleo), dicho aumento se debe a que Colombia requirió y requiere diésel de bajo azufre para cumplir con las normas exigidas de la calidad de ACPM, mientras se realizan las adecuaciones de las refinerías locales para cumplir con los estándares de calidad exigidos.

Grafica 9. Importaciones y exportaciones de derivados del petróleo.



Fuente: Informe del sector de hidrocarburos 2012-2014 elaborado por la Superintendencia de Sociedades.

## 2.4 Sobre los precios del petróleo y las tasas de cambio

En Colombia, los precios de los crudos se correlacionan con las cotizaciones internacionales de los crudos de referencia así: el WTI (West Texas Intermediate) que domina el hemisferio occidental, se comercializa en la Costa del Golfo y el Brent, el cual se extrae principalmente del Mar del Norte y es el precio que arca la referencia en los mercados europeos (Unidad de planeación Minero Energética. Proyección de los precios energéticos para generación eléctrica. Recuperado el 30 de Agosto de 2015 pdf). El WTI es benchmark de la cotización petrolera en el NYMEX (New York Mercantile Exchange), mientras el crudo Brent es el benchmark para la cotización petrolera en el IPE (International Petroleum Exchange) en Londres.

En el 2014, el precio internacional del petróleo WTI (West Texas Intermediate) presentó un precio promedio de US\$ 93.1, el valor máximo alcanzado fue de US\$ 106.91 el 16 de Junio, y para el día 30 de Diciembre se presentó el precio más bajo, US\$ 53.61. Analizando periodos anteriores se puede afirmar que este precio constituye el más bajo alcanzado durante los últimos cuatro años, y el cual se encuentra lejos de las expectativas que tenía el mercado para ese año, el cual estimaba un crecimiento medio del 2013 al 2014 alrededor del 1.4%, que comprende escenarios de referencia de US\$98.9 para el 2014.

Esto se debe a un aumento en la oferta mundial especialmente de países que no son miembro de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), como lo son Rusia y México, y una menor demanda a la oferta a causa de la disminución en el crecimiento de la economía de China y una lenta recuperación de la crisis económica en Europa.

Diferentes medios de comunicación han dado a conocer las expectativas que tienen los expertos sobre el precio del petróleo con el fin de dar una idea a los colombianos y empresarios sobre su comportamiento, por ejemplo en artículo del Tiempo se dice que algunos expertos manifiestan para que el precio del petróleo vuelva a los niveles de 100 o 90 dólares por barril tendría que presentarse algún hecho determinante que reduzca la oferta mundial de los grandes países exportadores, algo que por ahora no se ve en el horizonte.

En cuanto al dólar, para el 2014 éste registro su menor valor en \$1.846, su máximo valor en \$ 2.446, logrando un promedio de \$2.001, el cual supera al presentado en el 2013, \$1.868,90.

## 2.5 Relación del precio del dólar y del petróleo.

La correlación que existe entre el dólar y el petróleo no indica que la baja en uno sea la causa del alza en el otro, pero su comportamiento tiene cierta relación. Dicha relación puede entenderse considerándose lo siguiente:

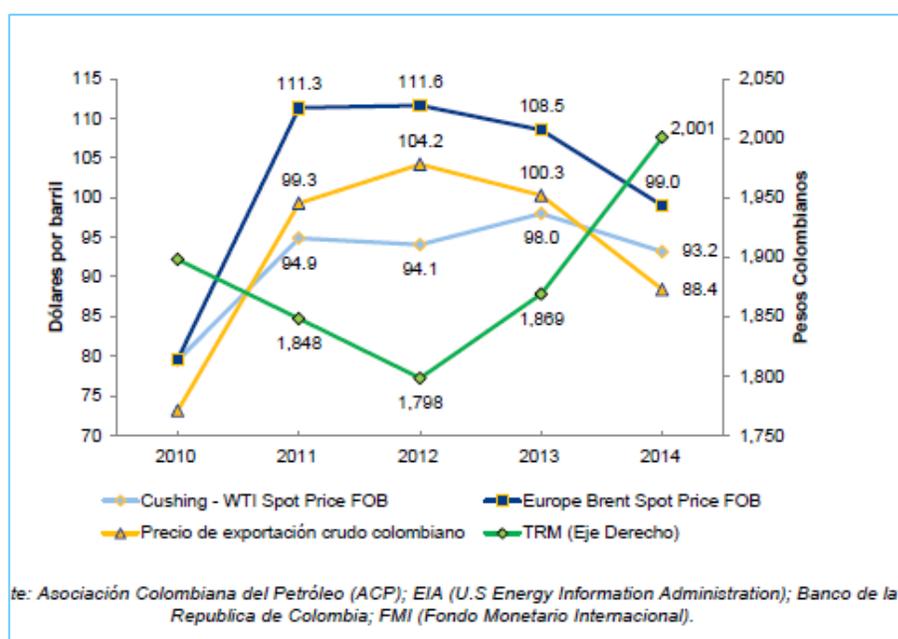
- La coyuntura mundial y la de EE.UU influyen los movimientos del dólar y del petróleo,
- En Colombia, una alta parte de la Inversión Extranjera Directa (IED) está ligada al sector energético. Entonces, estamos ante un problema de oferta y demanda. Si es más atractivo invertir en divisas, la demanda por activos en dólares aumenta, subiendo así el precio del dólar. La baja rentabilidad del petróleo disminuye su atracción y por ende su demanda, llevando su precio a la baja. En resumen, ambos precios dependen de la oferta y la demanda y aparecen entrelazados por significar posibilidades de inversión sustituibles.

El petróleo puede aumentar por tensiones políticas que generan miedos en los inversionistas. Un ejemplo reciente es el anuncio de Arabia Saudita de bombardear Yemen. Luego del anuncio, el petróleo WTI subió más de 2 dólares. Al parecer, el miedo está relacionado con el daño que se puede causar a la ruta petrolera desde el Golfo de Adén. Esto no genera un ajuste inmediato en el precio del dólar, pero no se descarta un incremento en la demanda del dólar si los miedos persisten (Revista el Tiempo. Erick Behar Villegas.2015. ¿Por qué baja el precio del petróleo cuando sube el dólar? Recuperado el 29 de septiembre de 2015 de: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/por-que-baja-el-precio-del-petroleo-cuando-sube-el-dolar/15554436>).

El dólar (como divisa) y el petróleo (como materia prima) son opciones de inversión que pueden afectarse mutuamente, pero depende de otros factores tales como tasas de interés, la inflación, la IED, aspectos geopolíticos entre otros.

En el gráfico 12 se representa el comportamiento de la TRM, el precio del petróleo y los índices WTI y BRENT.

Grafica 10. Precios del petróleo e índices



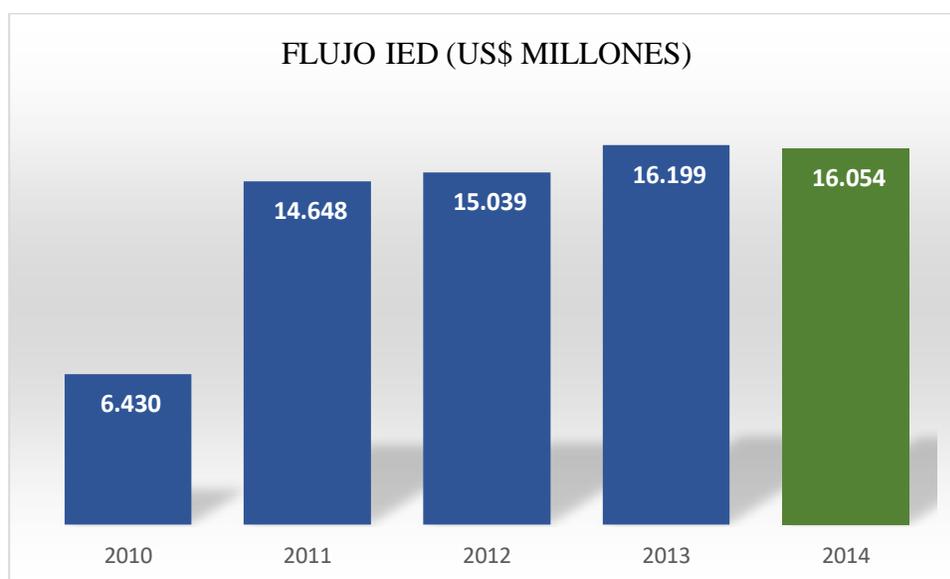
Fuente: Informe del sector de hidrocarburos 2012-2014 elaborado por la Superintendencia de Sociedades.

## 2.6 Inversión Extranjera Directo – IED

La Inversión Extranjera Directa (IED) es aquella que realizan personas naturales o jurídicas no residentes en el país donde se efectúa la inversión, la cual puede hacerse mediante la compra de

acciones o participaciones de una empresa establecida o constituida en el país con ánimo de permanencia (Revista virtual Portafolio (2010). Concepto de IED. Recuperado el 10 de Septiembre de 2015 de: [www.portafolio.co/archivo/documento/CMS-7726863](http://www.portafolio.co/archivo/documento/CMS-7726863)). Se implanta en Colombia por medio del decreto 1735 de 1993.

Grafica 11. Flujo de la Inversión Extranjera Directa en Colombia

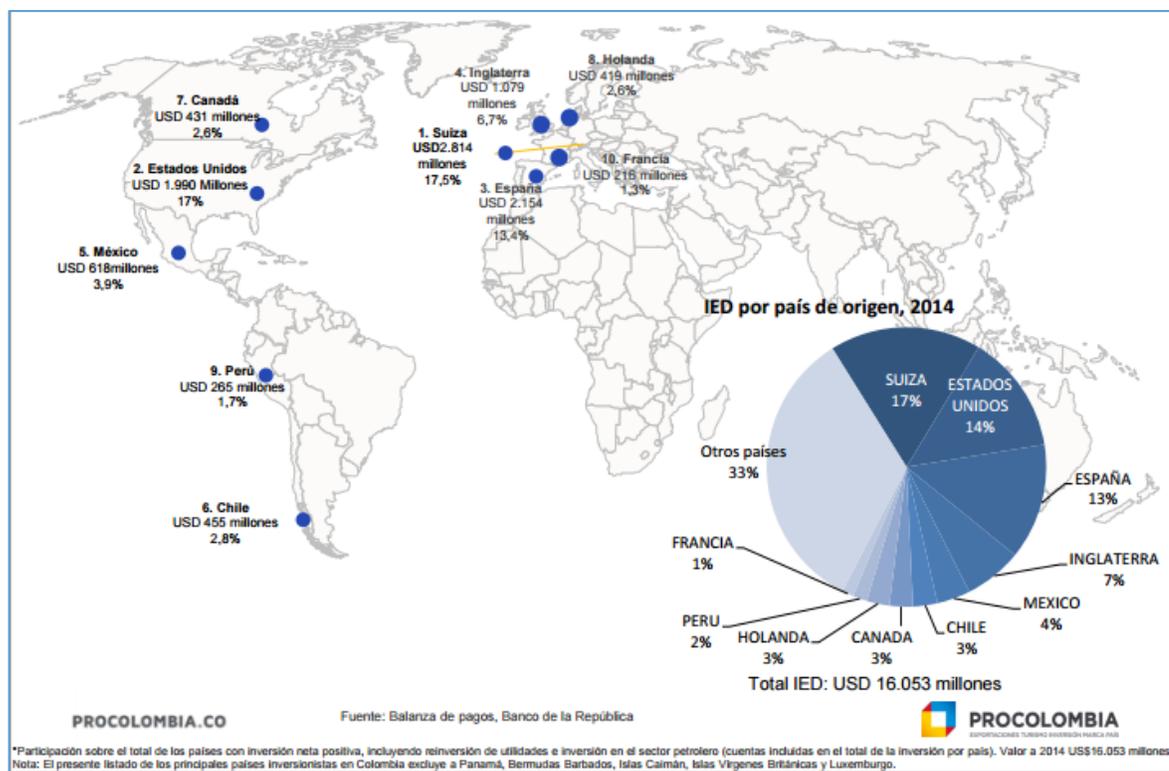


Fuente: Elaboración propia con datos de Procolombia

En 2014 la IED recibida por Colombia disminuyó 0,9% (US\$146 millones) en comparación con lo registrado en 2013. A nivel sectorial, los flujos de IED en Colombia estuvieron concentrados en un 60% en los sectores diferentes a petróleo y minería, mientras el sector de petróleo y minería recibió el 40% restante de IED en Colombia (Procolombia (2015). Reporte Trimestral de inversión extranjera directa en Colombia a 2014. Recuperado el 28 de Septiembre de 2015 de: [File:///D:/Documents/Downloads/reporte\\_de\\_inversion\\_-\\_2014.pdf](File:///D:/Documents/Downloads/reporte_de_inversion_-_2014.pdf)).

Estados Unidos, Suiza y España aportaron el 44.7% de la IED en Colombia en el 2014. A continuación se muestra imagen del aporte de cada país.

Imagen 1. IED Colombia 2014

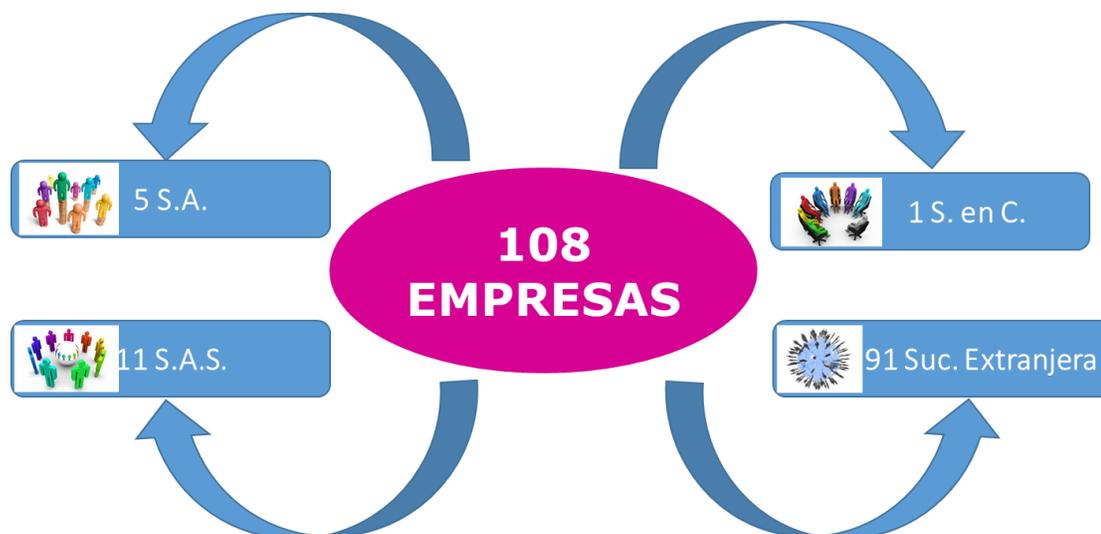


Fuente: Procolombia.

## 2.7 Petroleras con mayor producción en Colombia

Según la Superintendencia de Sociedades, actualmente en Colombia hay 108 empresas que se dedican a la extracción de crudo y gas natural, de las cuales su persona jurídica es: 5 empresas de sociedad anónima, 11 Sociedades por acciones simplificadas SAS, 1 Sociedad en comandita y 91 sociedades extranjeras.

Imagen 2. Tipo de sociedades de las empresas dedicadas a la extracción de petróleo



Fuente: Elaboración propia basada en información de la Superintendencia de Sociedades

Según el ranking de las empresas de extracción de petróleo para el año 2014, publicado en el informe del desempeño del sector de hidrocarburos 2012-2014, basado en los datos de la Asociación Nacional de Hidrocarburos, las seis empresas que se dedican a la extracción de petróleo más importantes en Colombia son:



Ecopetrol. Opera desde 1951. Cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinerías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas y una red de transporte de 8,500

kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía nacional, que intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y los terminales marítimos. Pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica. Actualmente posee 41,116,694,690 acciones en circulación.



Meta Petroleum Corp Sucursal Colombia. Creada en el 2002. Meta Petroleum Corp Sucursal Colombia es una subsidiaria de la empresa Pacific Rubiales Energy que opera en los campos petroleros Rubiales, Pirri y Quifa. (META PETROLEUM CORP SUCURSAL COLOMBIA. Recuperado el 28 de Septiembre de 2015 de: [http://www.securities.com/php/companyprofile/CO/Meta\\_Petroleum\\_Corp\\_Sucursal\\_Colombia\\_es\\_1206422.html](http://www.securities.com/php/companyprofile/CO/Meta_Petroleum_Corp_Sucursal_Colombia_es_1206422.html)).



Inicia actividades en Colombia el 01 de junio de 2008, la empresa PACIFIC STRATUS ENERGY COLOMBIA CORP O PACIFIC STRATUS ENERGY COLOMBIA CORP

SUCURSAL COLOMBIA más conocida como PACIFIC RUBIALES ENERGY, es una compañía canadiense, de exploración y producción de gas natural y petróleo. Tiene presencia en Colombia, Brasil, Guyana, Perú, Papúa Nueva Guinea, Guatemala y Belice. Pacific es una empresa pública, cuyas acciones se transan en la Bolsa de Toronto (Toronto Stock Exchange, con el símbolo PRE) y en la Bolsa de Valores de Colombia (PREC) en la que actual mente tiene 315,604,458 de acciones en circulación.



Hocol (Houston Oil Colombia). inició sus operaciones en Colombia en 1956. El trabajo de HOCOL durante cincuenta y siete años en el Valle Superior del Magdalena, caracterizado por inversiones rentables y operaciones seguras y responsables, permitió que la Compañía construyera una invaluable experiencia que se extiende hoy a la producción en las demás regiones donde adelanta sus operaciones.



Occidental de Colombia. Opera en Colombia hace más de 4 décadas. Occidental tiene operaciones en la Cuenca Llanos Norte de la provincia de Arauca, cerca de la frontera noreste, y en la cuenca media-Magdalena en el departamento de Santander. En Arauca, Occidental opera el

gigante campo Caño Limón, un descubrimiento que permitió Occidental Colombia para convertirse en un exportador de petróleo después de muchos años como un importador neto.



Equion Energía. EQUION ENERGIA LIMITED es la nueva marca de la sucursal establecida en Colombia por BP plc en 1986 (BP Exploration Company), cuyos accionistas son, a partir del 24 de enero de 2011, Ecopetrol S.A. (51%) y desde abril de 2015 Repsol (49%). Por más de 25 años han desarrollado actividades de exploración y producción de hidrocarburos en el departamento de Casanare, donde son operadores de cuatro Contratos de Asociación con Ecopetrol: Piedemonte, Recetor, Tauramena y Río Chitamena (estos dos últimos, ahora en compañía de Emerald Energy) (EQUION COMPANY. Operaciones de EQUION. Recuperado el 28 de Septiembre de 2015 de: [http://www.equion-energia.com/nuestras\\_operacion/Paginas/default.aspx](http://www.equion-energia.com/nuestras_operacion/Paginas/default.aspx)).



Petrominerales Colombia. Opera como una filial de Pacific Rubiales desde que fue adquirida por esta en el año 2013. Sus activos incluían 4 bloques en Perú y 18 en Colombia, incluyendo el bloque de exploración Río Arari, ubicado en la cuenca Llanos (PETROMINERALES. Petrominerales Colombia Ltd. Sucursal Colombia. Recuperado el 28 de

Septiembre de 2015 de: <http://www.bnamericas.com/company-profile/es/petrominerales-colombia-ltd-sucursal-colombia-petrominerales-colombia>).



## **Mansarovar Energy Colombia Ltd.**

Mansarovar Energy, es una compañía que operadora que pertenece a dos multinacionales de la industria del petróleo, SINOPEC de la China y ONGC Videsh (OVL) de la India, que explora y explota crudo pesado en la zona del Magdalena Medio. Teniendo a su cargo el contrato de Asociación Nare con Ecopetrol y desarrollando operaciones privadas en el Campo Velázquez y el Oleoducto Velázquez – Galán.

### **2.8 Análisis Microeconómico**

A continuación se muestra el análisis del subsector de Extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio.

#### **2.8.1 Análisis balance general.**

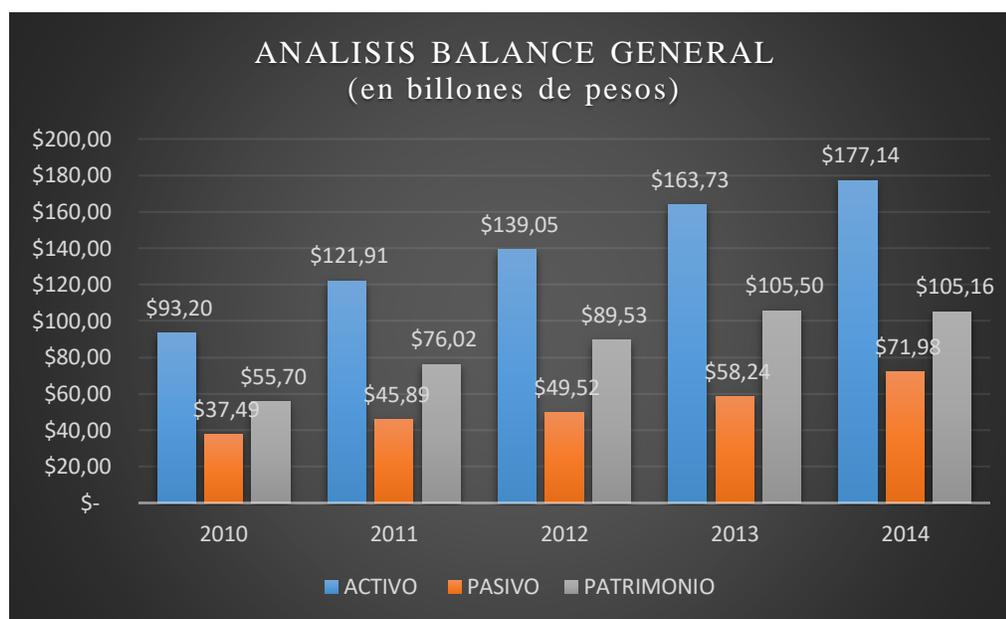
Este subsector mantiene para el 2014 su tendencia de crecimiento en sus activos, al igual que en los pasivos. Su patrimonio presenta una reducción.

El activo aumentó un 8.19%, debido a un aumento significativo en Deudores de corto plazo por un valor de \$ 6,181 millones de pesos, en las provisiones y otros activos corrientes por valor de \$ 40,004 y \$2,327 millones de pesos, respectivamente.

El pasivo presenta un aumento del 23.6% en relación al 2013, esto debido a un aumento de \$937,198 millones de pesos en las obligaciones financieras y \$ 2.82 billones de pesos en otros pasivos a corto plazo. En comparación a periodos anteriores, este periodo presenta el mayor aumento en los pasivos.

En el patrimonio, las cuentas que llevan principalmente a que este presente una disminución es Capital Social Preferencial con un valor de \$ 156 millones de pesos.

Grafica 12. Análisis del balance general



Fuente: Elaboración propia con datos de benchmark

Cuadro 6. Análisis horizontal del activo, pasivo y patrimonio

Balance General				
Subsector: de Extracción de petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio				
	2010- 2011	2011-2012	2012- 2013	2013-2014
ACTIVO	30.81%	14.06%	17.75%	8.19%
PASIVO	22.40%	7.91%	17.60%	23.60%
PATRIMONIO	36.48%	17.77%	17.83%	-0.32%

Fuente: Elaboración propia basada en información de benchmark

## 2.8.2 Análisis estado de resultados

Cuadro 7. Análisis Estado de Resultados

Estados de Resultados				
Billones de pesos				
	2010- 2011	2011-2012	2012- 2013	2013-2014
Ventas (100% A Crédito)	52.39%	0.79%	8.84%	0.35%
C.V	41.27%	5.32%	12.63%	11.05%
U. Bruta	71.79%	-5.70%	2.76%	-18.44%
Gastos de Admón.	103.44%	-1.34%	7.55%	-6.75%
Gastos de Ventas	24.36%	-16.61%	4.76%	27.70%
U. Operativa	63.53%	-7.09%	-0.43%	-31.01%
Ingresos No operativo	28.00%	-10.39%	-20.21%	165.24%
Egresos No operativos	5.61%	-6.20%	-31.21%	240.97%

U.A.I.I.	89.38%	-10.07%	5.02%	-37.22%
Impuestos e intereses	125.49%	-14.44%	23.66%	-31.75%
U. Neta	85.10%	-9.43%	2.47%	-38.12%

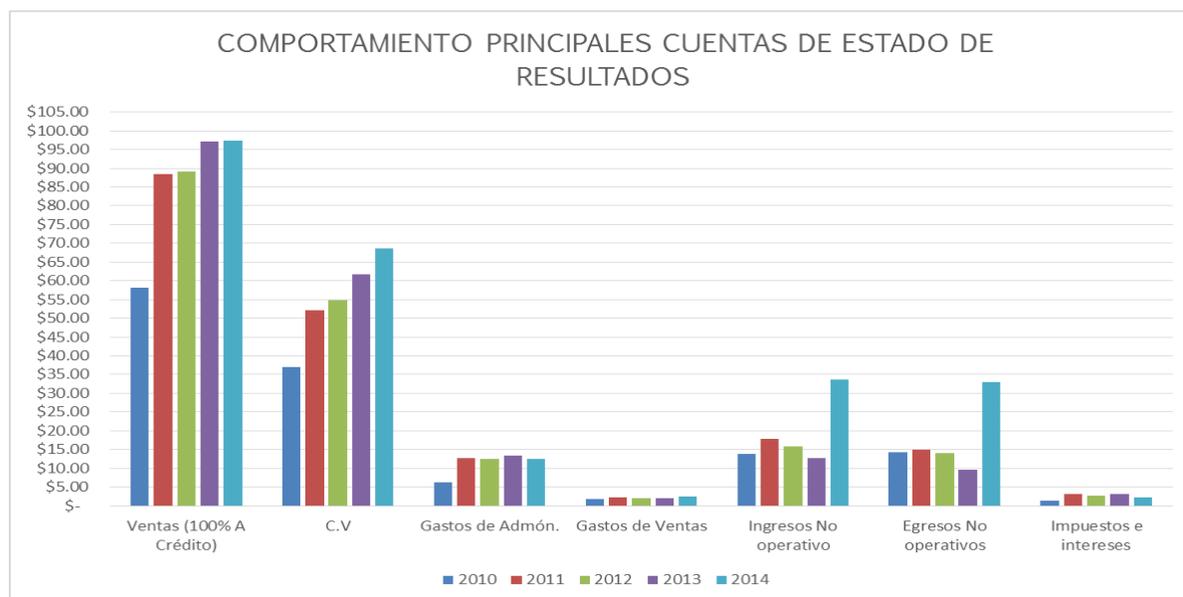
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Análisis Horizontal

ANÁLISIS HORIZONTAL					
Estados de Resultados					
Billones de pesos					
	2010	2011	2012	2013	2014
Ventas (100% A Crédito)	\$ 58.05	\$ 88.46	\$ 89.16	\$ 97.04	\$ 97.38
C.V	\$ 36.89	\$ 52.11	\$ 54.89	\$ 61.82	\$ 68.66
<b>U. Bruta</b>	<b>\$ 21.16</b>	<b>\$ 36.35</b>	<b>\$ 34.27</b>	<b>\$ 35.22</b>	<b>\$ 28.73</b>
Gastos de Admón.	\$ 6.20	\$ 12.61	\$ 12.44	\$ 13.38	\$ 12.48
Gastos de Ventas	\$ 1.85	\$ 2.31	\$ 1.92	\$ 2.02	\$ 2.57
<b>U. Operativa</b>	<b>\$ 13.10</b>	<b>\$ 21.43</b>	<b>\$ 19.91</b>	<b>\$ 19.83</b>	<b>\$ 13.68</b>
Ingresos No operativo	\$ 13.88	\$ 17.77	\$ 15.92	\$ 12.70	\$ 33.69
Egresos No operativos	\$ 14.22	\$ 15.01	\$ 14.08	\$ 9.69	\$ 33.03
<b>U.A.I.I.</b>	<b>\$ 12.77</b>	<b>\$ 24.18</b>	<b>\$ 21.75</b>	<b>\$ 22.84</b>	<b>\$ 14.34</b>
Impuestos e intereses	\$ 1.35	\$ 3.05	\$ 2.61	\$ 3.23	\$ 2.20
<b>U. Neta</b>	<b>\$ 11.42</b>	<b>\$ 21.13</b>	<b>\$ 19.14</b>	<b>\$ 19.61</b>	<b>\$ 12.14</b>

Fuente: Elaboración propia

Grafica 13. Comportamiento principales cuentas del estado de resultados



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro 8 y el gráfica 13, para el año 2013 y 2014 el subsector de extracción de petróleo generó ventas por valor de \$97.04 y \$97.38 billones, respectivamente. El año 2014 presentó un aumento del 0.35% frente al 2013. Los costos de venta generados para el 2014 son de \$68.66 billones, presentando un incremento del 11.05% respecto al año anterior. Los gastos de administración representan para el año 2014 casi 5 veces el valor de los gastos de venta, siendo estos valores \$12.48 y \$2.57 billones, respectivamente.

En el cuadro 8 se muestra que en el 2014 con respecto al 2013 el costo de ventas tuvo un mayor incremento que las ventas, lo que genera un decrecimiento de la utilidad bruta; así mismo los gastos de administración disminuyen y se obtiene una utilidad neta menor en un 38.12%.

### 2.8.3 Análisis de los indicadores financieros

Cuadro 9. Indicadores Financieros

INDICADORES FINANCIEROS					
Liquidez	2010	2011	2012	2013	2014
Capital de Trabajo	\$ 0.20	\$ 1.39	-\$ 2.26	-\$ 0.36	-\$ 11.35
Razon Corriente	\$ 1.01	\$ 1.04	\$ 0.93	\$ 0.99	\$ 0.74
<b>Rentabilidad</b>					
Rentabilidad del Activo					
ROA	-	\$ 0.20	\$ 0.15	\$ 0.13	\$ 0.07
Rentabilidad del Patrimonio ROE	-	32.08%	23.12%	20.11%	11.52%
<b>Margen de Utilidad</b>					
Margen Bruto	36.45%	41.09%	38.44%	36.29%	29.50%
Margen Operacional	22.58%	36.92%	34.30%	34.15%	23.56%
Margen Neto	19.67%	36.40%	32.97%	33.79%	20.91%
Margen EBITDA	27.05	36.25	33.00	32.56	20.53
<b>Endeudamiento</b>					
Nivel de Endeudamiento	40.23%	37.64%	35.61%	35.57%	40.63%
Nivel de Apalancamiento	67.30%	60.36%	55.31%	55.20%	68.45%
Endeudamiento Financiero	2.40%	1.35%	1.34%	0.42%	1.38%

Impacto de la carga			104911.33	129864.08	
Financiera	0.00%	0.00%	%	%	0.00%
SISTEMA DUPONT	2010	2011	2012	2013	2014
	12.25%	17.33%	13.76%	11.98%	6.85%

Para el 2014 se presenta una disminución de todos los indicadores, se refleja un capital de trabajo negativo, debido a un incremento menor de los activos corrientes en comparación con el incremento en el pasivo corriente.

En el 2014 por cada peso que el sector debe en el corto plazo, cuenta con \$738,716 millones para respaldar su obligación.

ROA: La rentabilidad del activo disminuyó en un 45.03%, al pasar de 0.13 billones de pesos en el 2013 a 0.07 billones de pesos en el 2014. Cada peso invertido en el activo total para el año 2014 genera \$71,210 pesos de utilidad neta.

ROE: La rentabilidad del patrimonio disminuyó en un 42.71%, al pasar de 20.11% en el 2013 a 11.52% en el 2014. Los socios o dueños de la empresa obtienen un rendimiento sobre su inversión en 11,52 por ciento (%) E.A.

La disminución de las rentabilidades se debe principalmente a la reducción del margen neto y mayor apalancamiento con terceros

El margen bruto disminuyó, al pasar de 36.29% en el 2013 a 29.50% en el 2014. Por cada peso vendido en el 2014 se genera el 29.50% de utilidad en el sector.

MARGEN NETO: Cada peso vendido en el año 2014 genera un porcentaje de 20.91 de utilidad neta, disminuyendo un 38.12% en relación al 2013, debido a una disminución en la utilidad bruta y gastos de administración.

MARGEN EBITDA: El sector cuenta con 20.53 billones de pesos disponibles en caja, valor que disminuyó 36.96% en el 2014 respecto al 2013.

En cuanto a los indicadores de endeudamiento, el nivel de endeudamiento, apalancamiento y endeudamiento financiero presentan un aumento, donde se refleja la crisis que empieza a afrontar el sector en el 2014, y el aumento de los pasivos en dicho año.

Por cada peso que el sector tiene en el activo en el 2014, ha sido financiado por préstamos en un 40.63%; las obligaciones con entidades financieras representan en el 2014 un porcentaje de 1.38%; Cada peso de los dueños está comprometido en un porcentaje de 68.45% en el 2014, porcentaje que refleja el elevado riesgo de inversión en este sector.

Del total de los activos de la empresa, se genera una rentabilidad de 11.98% y 6.85% para los años 2013 y 2014, respectivamente. En general, la rentabilidad es baja respecto al riesgo de inversión. En el 2014, hay menor rentabilidad de los activos en comparación al periodo anterior, con una disminución de 42.80%.

### **3 Calcular lo volatilidad con modelo ARCH – GARCH para dos periodos de análisis.**

Se analizan dos periodos de siete meses de los datos de los precios del petróleo WTI, el primer periodo corresponde a: de junio de 2014 a Diciembre de 2014, y el segundo de Enero de 2015 a Julio de 2015.

Grafica 14. Precio WTI dos periodos de análisis



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos en dataifx.com

### 3.1 Medidas de tendencia central y de dispersión:

Cuadro 10. Medidas de tendencia

Medidas de tendencia central	Periodo 1	Periodo 2
Media	-0.50%	-0.08%
Mediana	-0.29%	-0.27%
Medidas de dispersión o variabilidad	Periodo 1	Periodo 2
Varianza	0.04%	0.09%
Desviación estándar	1.96%	2.93%
Mínimo	-10.79%	-9.07%

Máximo	4.36%	8.00%
Rango	15.15%	17.07%
Rango intercuartil	2.11%	3.74%

Fuente: Elaboración propia

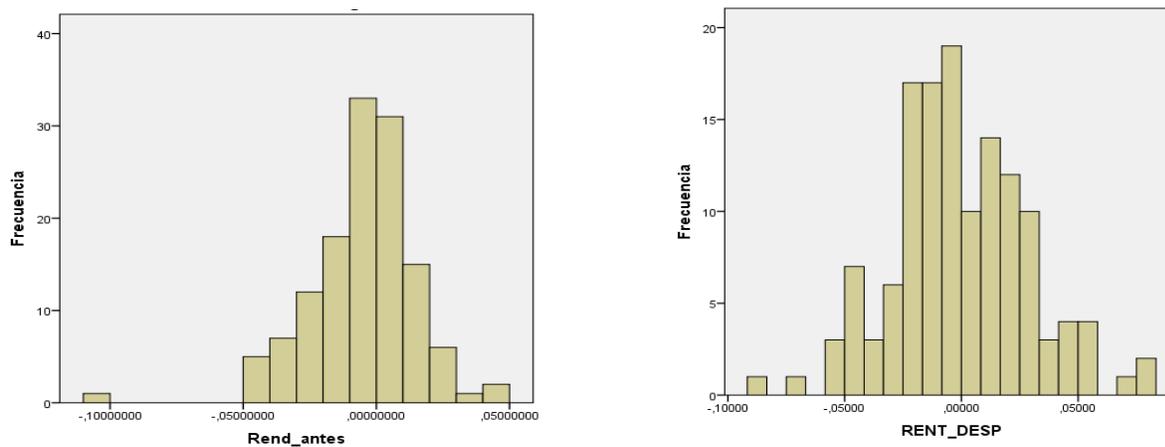
### 3.2 Medidas de forma

Cuadro 11. Medidas de forma

Medidas	Periodo 1	Periodo 2
Asimetría	-1.17	0.11
Curtosis	5.21	0.53

Fuente: Elaboración propia

Grafica 15 y Grafica 16. Histograma periodo 1 y periodo 2



Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

En las tablas anteriores cabe resaltar un valor típico de los datos (media) negativo para los dos periodos, siendo menor el valor del periodo dos; el valor en medio de la selección para

cada periodo es negativo, -0.29% y -0.27%, respectivamente; la media de las desviaciones cuadráticas es de 0.04% y 0.09%, para los periodos 1 y 2; el grado de variabilidad es de 1.96% y 2.93% para los periodos 1 y 2, considerándose mayor la que se presenta en el segundo periodo. Además se presenta una asimetría Negativa para el periodo 1 y positiva para el periodo 2. El grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución es alto en los dos periodos (se presenta una curtosis mayor a cero en ambos casos), los datos están muy concentrados a la media, la distribución es leptocúrtica. Esto se puede evidenciar en el histograma de cada uno de los periodos.

### 3.3 Prueba de normalidad

Cuadro 12. Prueba de Normalidad

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Periodo 1	0.09	131	1.51%	0.93	131	0.00
Periodo 2	0.06	133	20%	0.99	133	0.60

Fuente: Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-

GARCH

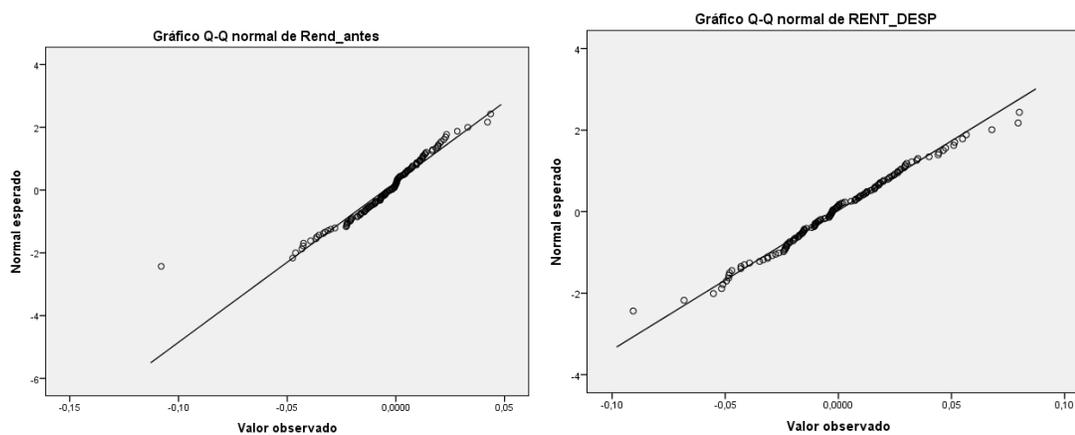
### 3.4 Análisis K-S.

- Primer periodo: Nivel de significancia de 1.51%, estadísticamente no significativo.

- Segundo periodo: Nivel de significancia de 20%, estadísticamente significativo.

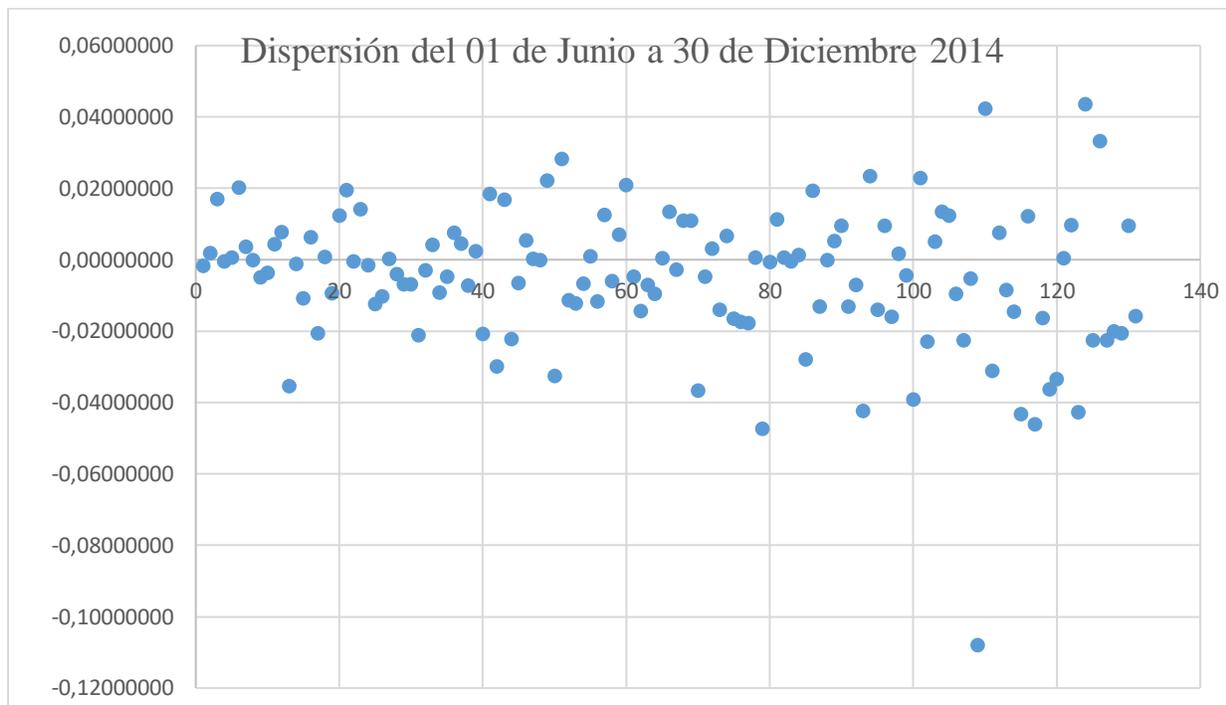
El gráfico Q-Q ratifica la conclusión anterior.

Grafica 17 y Grafica 18. Dispersión SSPS periodo 1-. Dispersión SSPS periodo 2



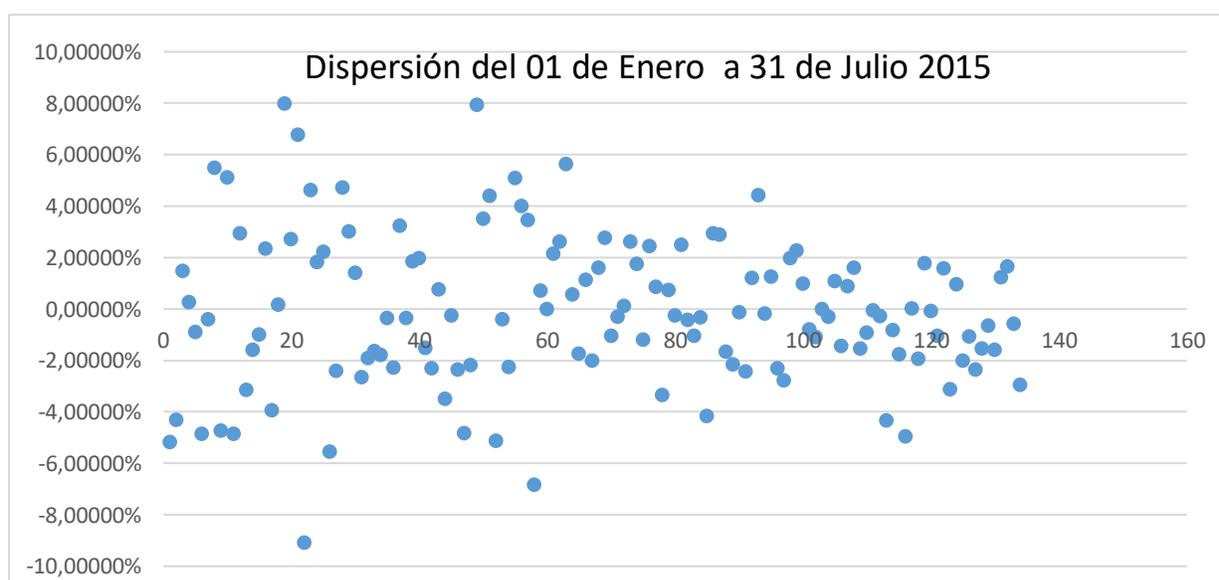
Fuente: Elaboración propia con el software SPSS

Grafica 19. Dispersión datos periodo 1



Fuente: Fuente: Elaboración propia

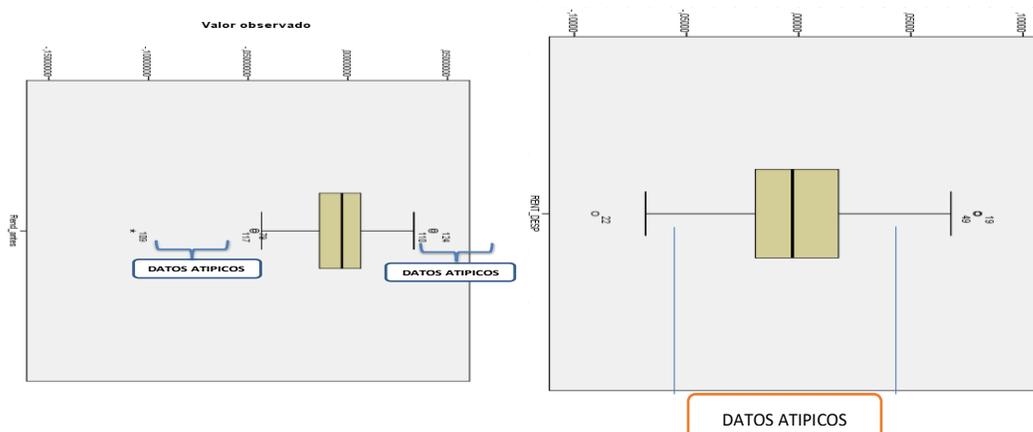
Grafica 20. Dispersión datos periodo 2



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la mayoría de los datos están sobre la recta en las gráficas de ambos periodos, entonces podemos decir que las variables de los dos periodos tiene una distribución normal.

Grafica 21 y Grafica 22. Diagrama de Caja Periodo 1- Diagrama de Caja Periodo 2



Fuente: Elaboración propia con el software SPSS

Se refleja la presencia de datos atípicos a causa de valores extremos, en los dos periodos de análisis. Se refleja una diferencia considerable entre el mínimo y el primer cuartil en los dos periodos, menor a la que presenta el tercer cuartil con el valor máximo.

### 3.5 Medidas de posición: Cuartiles y Percentiles

Cuadro 13. Percentiles y cuartiles periodo 1

Periodo 1							
DATOS	5	10	25	50	75	90	95
PERCENTIL	-4.05%	-3.10%	-1.44%	-0.29%	0.67%	1.69%	2.24%

CUARTIL			-1.42%	-0.29%	0.65%		
---------	--	--	--------	--------	-------	--	--

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14. Cuartiles periodo 1

Periodo 1				
Min	Q1	Q2=Mediana	Q3	Max
-10.79%	-1.44%	-0.29%	0.67%	4.36%
9.35%	2.11%			3.69%
15.15%				

Fuente: Elaboración propia

- El 10% de las observaciones se encuentran por debajo del -3.09%
- El 50% de las observaciones se encuentran por debajo del -2.91 %, valor correspondiente a la mediana
- El 75% de las observaciones se encuentran por debajo de 0.65%
- El 95% de las observaciones se encuentran por debajo del 2.24%.

En el cuadro 13 se evidencia el mayor ancho entre el valor mínimo y el rango intercuartil Q1, generándose un rango intercuartil de 15.15%.

Cuadro 15. Percentiles y cuartiles periodo 2

Periodo 2							
DATOS	5	10	25	50	75	90	95
PERCENTIL	-4.84%	-3.75%	-1.91%	-0.27%	1.81%	3.50%	5.11%
CUARTIL			-1.90%	-0.27%	1.78%		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. Cuartiles periodo 2

Periodo 2				
Min	Q1	Q2=Mediana	Q3	Max
-9.07%	-1.94%	-0.28%	1.79%	8.00%
7.13%	3.74%			6.21%
17.07%				

Fuente: Elaboración propia

- El 10% de las observaciones se encuentran por debajo del -3.74%
- El 50% de las observaciones se encuentran por debajo del -0.27 %, valor correspondiente a la mediana
- El 75% de las observaciones se encuentran por debajo de 1.81%
- El 95% de las observaciones se encuentran por debajo del 5.11%, valor que supera el que se presenta en el periodo 1.

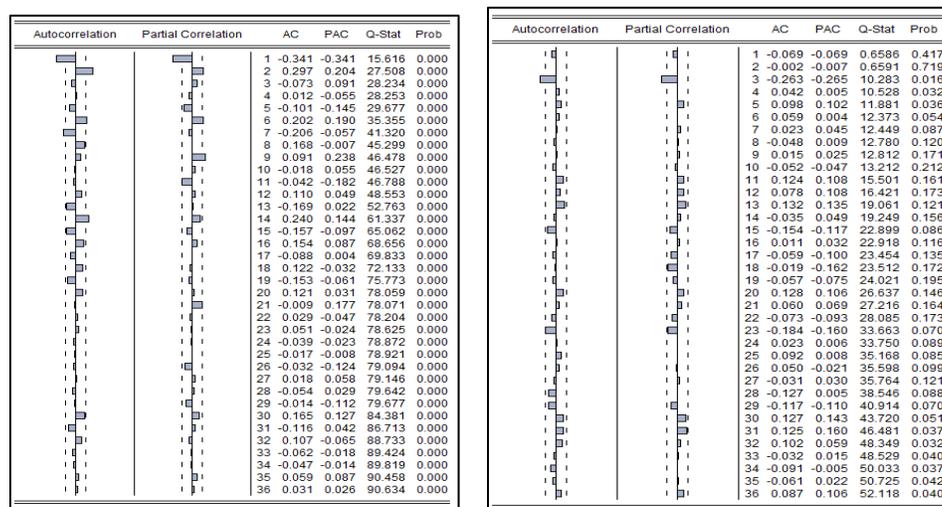
Se presenta un mayor ancho entre el valor mínimo y Q1, respecto a la diferencia entre Q1 y Q3. Se refleja mayor concentración de datos en las colas y hacia la derecha, ratifica lo observado en el diagrama de caja. En la cola inferior hay mayor dispersión.

### 3.6 Modelo ARCH-GARCH

Para obtener las volatilidades que permitan hallar las pérdidas esperadas en el precio del petróleo con método, se procede a realizar la modelación en E-VIEWS de cada serie de la siguiente manera.

- Se modelan los dos periodos establecidos, se obtienen y analizan los correlogramas para determinar la ecuación por medio del modelo ARMA

Imagen 3 y Imagen 4. Correlogramas periodos de análisis



Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

Se presenta la función de autocorrelación total (a la izquierda) y la autocorrelación parcial (a la derecha). Se presentan coeficientes no significativos en los siguientes retardos:

Cuadro 17. AR MA Periodo 1 y 2

Periodo 1		Periodo 2	
AR	MA	AR	MA
1	1	3	3
2	2		23
6	6		
9	7		
11	14		
21			

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos con e views

Con estos datos creamos la ecuación estimada.

Imagen 5 y Imagen 6. Estimación de la ecuación sin modificaciones y coeficientes de las variables periodo 1.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.005927	0.002003	-2.958975	0.0039
AR(1)	-1.008144	0.082497	-12.22042	0.0000
AR(2)	-0.674571	0.091424	-7.378471	0.0000
AR(6)	0.003550	0.077890	0.045571	0.9537
AR(9)	0.006749	0.072026	0.093708	0.9255
AR(11)	-0.015600	0.062032	-0.251482	0.8020
AR(21)	0.000481	0.063196	0.007518	0.9939
MA(1)	0.827324	0.042127	19.63892	0.0000
MA(2)	0.847635	0.049628	17.07968	0.0000
MA(6)	0.280311	0.027331	10.25927	0.0000
MA(7)	0.071629	0.036586	1.957806	0.0531
MA(14)	0.327307	0.024567	13.32314	0.0000

R-squared	0.377931	Mean dependent var	-0.006011
Adjusted R-squared	0.308107	S.D. dependent var	0.020522
S.E. of regression	0.017070	Akaike info criterion	-5.200295
Sum squared resid	0.028556	Schwarz criterion	-4.905697
Log likelihood	298.0162	Hannan-Quinn criter.	-5.080805
F-statistic	5.412614	Durbin-Watson stat	1.963991
Prob(F-statistic)	0.000001		

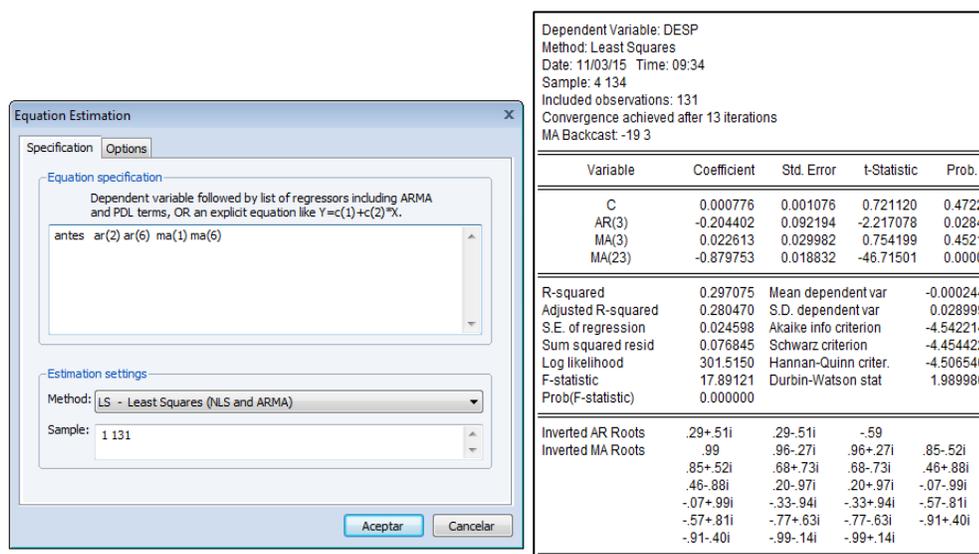
Inverted AR Roots				
64	63+ 20i	63- 20i	51+ 38i	
51- 38i	40- 55i	40+ 55i	19+ 62i	
19- 62i	-01- 71i	-01+ 71i	-21- 63i	
-21+ 63i	-49- 71i	-49+ 71i	-54- 49i	
-54+ 49i	-61- 36i	-61+ 36i	-69+ 08i	
-69- 08i				

Inverted MA Roots				
82- 22i	82+ 22i	67- 58i	67+ 58i	
30+ 81i	30- 81i	-13+ 98i	-13- 98i	
-43- 89i	-43+ 89i	-76- 64i	-76+ 64i	
-88- 24i	-88+ 24i			

Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

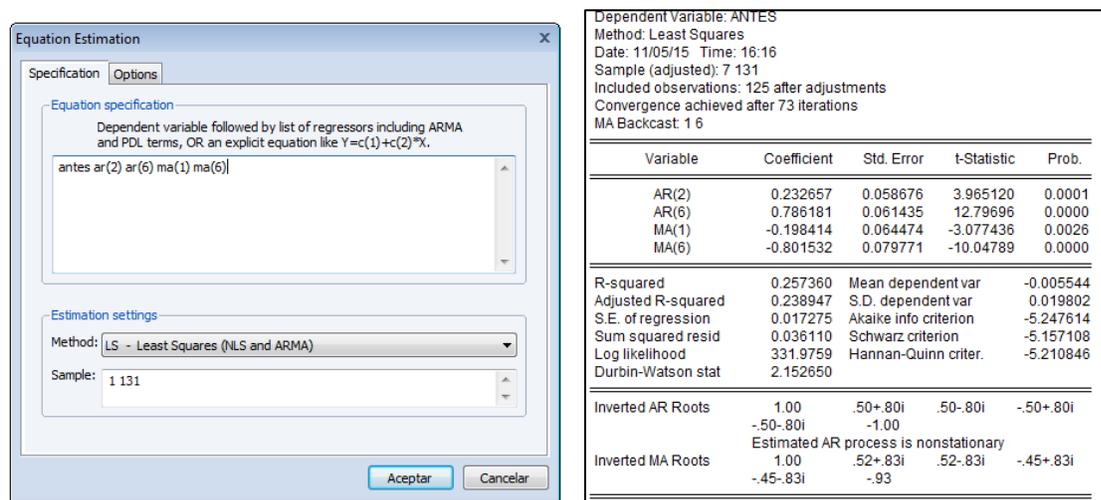
Imagen 7 y Imagen 8. Estimación de la ecuación sin modificaciones y coeficientes de las variables periodo 2



Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

- b. Se comienza a perfeccionar el modelo eliminando los componentes no significativos, generándose una nueva ecuación

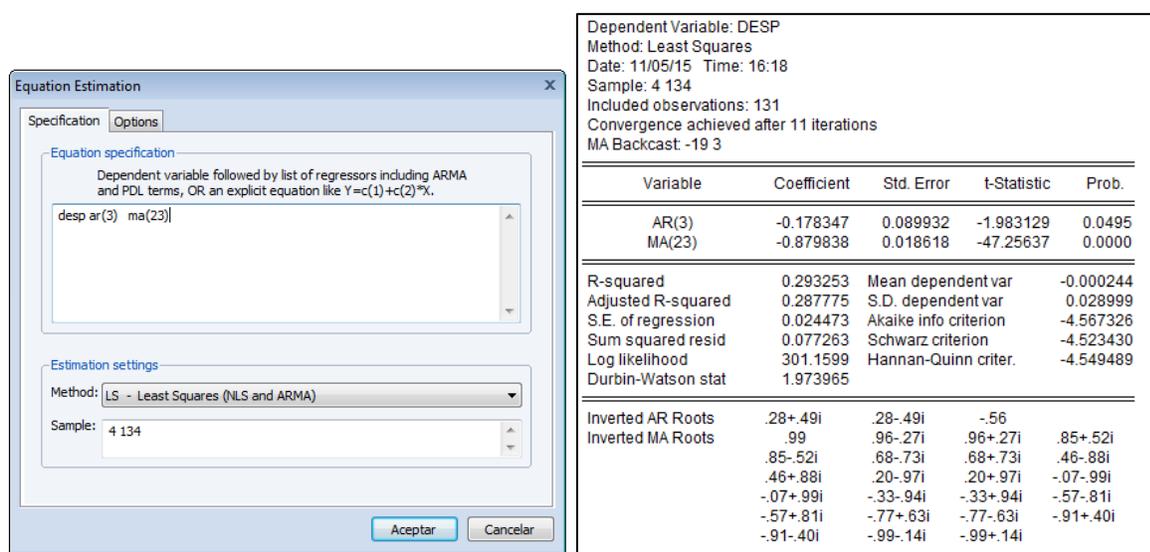
Imagen 9 y Imagen 10. Estimación de la ecuación modificada y coeficientes de las variables periodo 1



Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

En la serie 1 se eliminaron las constante C, AR(1), AR(9), AR(11), AR(21), MA(2), MA(7) Y MA(14) para generar la ecuacion final.

Imagen 11 y Imagen 12. Estimación de la ecuación modificada y coeficientes de las variables periodo 2



Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

En la serie 2 se eliminan la constante C y la variable MA(3) para obtener un mejor modelo con todas las variable significativas.

c. Se genera el modelo ARCH-GARCH

Imagen 13 y Imagen 14. Modelo ARCH-GARCH periodo 2

Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

- d. Se procede a obtener las volatilidades que permitirán hallar el VaR, las cuales se consignan en el cuadro 16. Resultados E views

Imagen 15 y Imagen 16. Coeficientes periodo 1 y 2

Dependent Variable: ANTES					Dependent Variable: DESP				
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution					Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution				
Date: 12/04/15 Time: 10:05					Date: 11/03/15 Time: 09:37				
Sample (adjusted): 7 131					Sample: 4 134				
Included observations: 125 after adjustments					Included observations: 131				
Convergence achieved after 74 iterations					Convergence achieved after 15 iterations				
MA Backcast: 1 6					MA Backcast: -19 3				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)					Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2					GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(2)	0.229731	0.076643	2.997408	0.0027	AR(3)	-0.151822	0.099443	-1.526722	0.1268
AR(6)	0.785520	0.085434	9.194465	0.0000	MA(23)	-0.330293	0.070561	-4.680958	0.0000
MA(1)	-0.197783	0.072032	-2.745774	0.0060	Variance Equation				
MA(6)	-0.802055	0.111279	-7.207584	0.0000	C	7.29E-05	7.10E-05	1.026457	0.3047
Variance Equation					RESID(-1)^2	0.140960	0.110507	1.275575	0.2021
C	0.000287	2.61E-05	10.99931	0.0000	GARCH(-1)	0.753704	0.184204	4.091678	0.0000
RESID(-1)^2	0.003571	0.081311	0.043916	0.9650	R-squared	0.151844	Mean dependent var	-0.000244	
R-squared	0.257601	Mean dependent var	-0.005544		Adjusted R-squared	0.145269	S.D. dependent var	0.028999	
Adjusted R-squared	0.239195	S.D. dependent var	0.019802		S.E. of regression	0.026810	Akaike info criterion	-4.405764	
S.E. of regression	0.017272	Akaike info criterion	-5.216003		Sum squared resid	0.092722	Schwarz criterion	-4.296024	
Sum squared resid	0.036099	Schwarz criterion	-5.080244		Log likelihood	293.5775	Hannan-Quinn criter.	-4.381172	
Log likelihood	332.0002	Hannan-Quinn criter.	-5.160851		Durbin-Watson stat	2.163605			
Durbin-Watson stat	2.154874				Inverted AR Roots	27+.46i	27-.46i	-.53	
Inverted AR Roots	1.00	.50+.80i	.50-.80i	-.50+.80i	Inverted MA Roots	.95	.92+.26i	.92-.26i	.81-.50i
	-.50-.80i	-1.00				.81+.50i	.65-.70i	.65+.70i	.44+.85i
	Estimated AR process is nonstationary					.44-.85i	.19-.93i	.19+.93i	-.07+.95i
Inverted MA Roots	1.00	.52+.83i	.52-.83i	-.45+.83i		-.07-.95i	-.32-.90i	-.32+.90i	-.55-.78i
	-.45-.83i	-.93				-.55+.78i	-.74+.60i	-.74-.60i	-.87+.38i
						-.87-.38i	-.94-.13i	-.94+.13i	

Fuente: Elaboración propia con el software E-views metodología ARCH-GARCH

Cuadro 18. Resultados E-Views

Volatilidad	Constante	Alfa	Beta	Desv. t	Desv. T+1
Periodo 1	2.870000000000E-06	3.5710E-03	0.0000E+00	1.70%	1.70%
Periodo 2	0.00007	0.14	0.75	2.63%	2.68%

Fuente: Elaboración propia basada en resultados E views

Se obtiene la constante, alfa y beta, así como las desviaciones de cada periodo.

Se procede a hallar la volatilidad Ewma y Ewma (t+1), con el fin realizar comparativo entre estas volatilidades.

### 3.7 Volatilidades Calculadas en Excel

La volatilidad histórica da una idea de lo volátil que ha sido el mercado en un periodo de tiempo. La volatilidad histórica es un parámetro que se estima a partir de las observaciones realizadas sobre el valor del activo. Da una idea de las desviaciones del valor con respecto de un comportamiento promedio (Manero. La volatilidad, esa gran desconocida. Recuperado de: <http://warrants.santander.com>).

El EWMA es también un método para hallar la volatilidad. Asume que la mejor predicción de la volatilidad para el periodo t es una media ponderada entre la observación del periodo anterior y la predicción de la volatilidad para ese mismo periodo anterior (Martínez. (2012). Finanzas.net. Recuperado el 22 de Octubre de 2015 de: <https://finanzasnet.wordpress.com/2012/06/27/como-medir-la-volatilidad-iv/>).

A continuación se presentan la volatilidad histórica y EWMA para cada periodo de análisis.

Cuadro 19. Volatilidad Periodo 1

VOLATILIDAD	DIARIA	ANUAL
HISTORICA	1.95%	30.98%
MEDIA CERO	2.01%	31.98%
EWMA (T)	2.75%	43.70%
EWMA (t+1)	2.71%	43.04%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Volatilidad Periodo 2

VOLATILIDAD	DIARIA	ANUAL
HISTORICA	2.92%	46.30%
MEDIA CERO	2.92%	46.32%
EWMA (T)	2.27%	36.03%
EWMA (t+1)	2.28%	36.16%

Fuente: Elaboración propia

Donde la histórica y media cero representan la volatilidad histórica y EWMA (T) y EWMA (t+1) representan la volatilidad dinámica.

A continuación se muestra cuadro comparativo de las volatilidades obtenidas:

Cuadro 21. Comparativo volatilidades obtenidas

Periodo 1	T	T+1
Excel	2.75%	2.71%
E-Views	1.70%	1.70%
Diferencia	1.05%	1.01%
Periodo 2	T	T+1
Excel	2.27%	2.28%
E-Views	2.63%	2.68%
Diferencia	0.36%	0.40%

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia una diferencia que no supera el 1.06% entre las volatilidades del primer periodo, mientras para el segundo periodo las volatilidades presentan una diferencia de 0.40%; siendo en general la diferencia relativamente baja, ratificando que es adecuado el uso de las volatilidades obtenidas en e-views.

#### **4. Pérdidas esperadas con método VaR para los dos periodos de análisis**

El Valor en Riesgo VaR es la estimación de la pérdida máxima que puede tener la posición de una cartera, con un determinado nivel de confianza en un horizonte de tiempo dado.

Se realizó con la herramienta Excel, y con el fin de homogenizar el valor de riesgo, para definir el valor de las pérdidas esperadas.

Se determina lo siguiente para el desarrollo de éste:

- 1. Nivel de Confianza.** Los intervalos de confianza usualmente utilizados están entre el 90 y 99%, pero debido a que las observaciones no siempre se distribuyen normalmente, se determina un nivel de 95% a utilizar, además se hará uso de un nivel de confianza del 99% como escenario comparativo y teniendo en cuenta que es ésta la recomendada por el Comité de Basilea.
- 2. Horizonte temporal.** Es el tiempo durante el cual se quiere evaluar cuál será la máxima pérdida esperada, son dos periodos de análisis, el primero corresponde de Junio de 2014 a Diciembre de 2014 y el segundo de Enero de 2015 a Julio de 2015.
- 3. Método para medir el VaR.** Se emplea la valoración completa, por método Montecarlo o también llamado mixto, siendo el más adecuado para el uso de las volatilidades obtenidas en E Views; este modelo permite obtener el VaR a través de la generación de números aleatorios.
- 4. Moneda:** Para una mayor comprensión, las pérdidas esperadas serán dadas en pesos colombianos COP.

Inicialmente, para el método Montecarlo, en base a los precios de petróleo WTI históricos, se ha realizado 3000 simulaciones de la posible evolución diaria de dichos precios, para lo que se ha utilizado el valor medio y la desviación típica de cada periodo.

Se realizó la simulación con el uso de las volatilidades obtenidas en e-views.

El número de barriles que se ha tomado para hallar el VaR, y corresponde al valor de barriles de petróleo promedio que la Agencia Internacional de Petróleo proyecta para Colombia en el 2015, lo cual equivale a 1.020.000 bpd.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las pérdidas esperadas con un nivel de confianza del 95%.

#### 4.1 Valoración con Nivel de confianza de 95%

Cuadro 22. Valoración método montecarlo Periodo 1-Nivel de confianza de 95%

escenarios	Et	escenario de precio (COP)	escenario posicion	escenario pyg
1	0.54	\$ 127,967	\$ 130,525,954,502	\$ 530,683,418
2	-1.42	\$ 123,734	\$ 126,209,136,829	\$ (3,786,134,255)
3	-1.31	\$ 123,969	\$ 126,448,052,432	\$ (3,547,218,652)
4	1.32	\$ 129,649	\$ 132,242,441,274	\$ 2,247,170,190
5	1.39	\$ 129,797	\$ 132,393,272,234	\$ 2,398,001,150
6	1.79	\$ 130,661	\$ 133,274,310,366	\$ 3,279,039,282
7	-0.60	\$ 125,501	\$ 128,010,879,334	\$ (1,984,391,750)
8	0.92	\$ 128,777	\$ 131,352,805,113	\$ 1,357,534,029
9	-1.22	\$ 124,175	\$ 126,658,278,855	\$ (3,336,992,229)
10	-1.15	\$ 124,313	\$ 126,799,659,962	\$ (3,195,611,122)
11	-0.81	\$ 125,044	\$ 127,544,534,715	\$ (2,450,736,369)
12	-0.36	\$ 126,014	\$ 128,534,536,410	\$ (1,460,734,674)
13	-0.74	\$ 125,210	\$ 127,714,245,504	\$ (2,281,025,580)
14	-0.53	\$ 125,655	\$ 128,167,728,723	\$ (1,827,542,361)
15	1.00	\$ 128,964	\$ 131,543,290,511	\$ 1,548,019,427
16	-0.58	\$ 125,547	\$ 128,058,080,110	\$ (1,937,190,974)
17	0.12	\$ 127,053	\$ 129,594,169,681	\$ (401,101,403)
18	0.86	\$ 128,658	\$ 131,231,118,299	\$ 1,235,847,215
19	-0.01	\$ 126,786	\$ 129,321,989,080	\$ (673,282,004)
20	-0.75	\$ 125,173	\$ 127,676,312,429	\$ (2,318,958,655)
21	-0.26	\$ 126,234	\$ 128,758,285,702	\$ (1,236,985,382)
22	0.06	\$ 126,919	\$ 129,457,149,166	\$ (538,121,918)
23	-0.31	\$ 126,121	\$ 128,643,635,365	\$ (1,351,635,719)

VAR. MIXTO	
ULTIMO PRECIO COP	\$ 127,446
# DE BARRILES	1,020,000.00
V.A.	\$ 129,995,271,084
N. CONFIANZA	95%
MEDIA	-0.51%
VOLATILIDAD T+1	1.69%
VaR (COP)	\$ (4,296,531,630)
VaR (%)	-3.31%

Fuente: Elaboración propia

En la primera serie de tiempo el VaR es de \$ (4,296,531,630) y en porcentaje es de -3.31%, esto quiere decir que para el día 31 de diciembre de 2014 la pérdida esperada diaria corresponde a estos valores.

Cuadro 23. Valoración método montecarlo Periodo 2-Nivel de confianza de 95%

escenarios	Et	escenario de precio	escenario posicion	escenario pyg
1	0.54	\$ 136,904	\$ 139,642,277,678	\$ 1,893,516,782
2	-1.42	\$ 129,825	\$ 132,421,201,794	\$ (5,327,559,102)
3	-1.31	\$ 130,217	\$ 132,820,854,462	\$ (4,927,906,434)
4	1.32	\$ 139,719	\$ 142,513,578,291	\$ 4,764,817,395
5	1.39	\$ 139,967	\$ 142,765,884,943	\$ 5,017,124,047
6	1.79	\$ 141,411	\$ 144,239,665,790	\$ 6,490,904,894
7	-0.60	\$ 132,780	\$ 135,435,116,287	\$ (2,313,644,609)
8	0.92	\$ 138,260	\$ 141,025,414,854	\$ 3,276,653,958
9	-1.22	\$ 130,561	\$ 133,172,516,511	\$ (4,576,244,385)
10	-1.15	\$ 130,793	\$ 133,409,015,661	\$ (4,339,745,235)
11	-0.81	\$ 132,015	\$ 134,655,025,458	\$ (3,093,735,438)
12	-0.36	\$ 133,638	\$ 136,311,078,113	\$ (1,437,682,783)
13	-0.74	\$ 132,293	\$ 134,938,913,863	\$ (2,809,847,033)
14	-0.53	\$ 133,037	\$ 135,697,490,431	\$ (2,051,270,465)
15	1.00	\$ 138,573	\$ 141,344,054,560	\$ 3,595,293,664
16	-0.58	\$ 132,857	\$ 135,514,072,689	\$ (2,234,688,207)
17	0.12	\$ 135,376	\$ 138,083,608,906	\$ 334,848,010
18	0.86	\$ 138,061	\$ 140,821,859,878	\$ 3,073,098,982
19	-0.01	\$ 134,930	\$ 137,628,311,295	\$ (120,449,601)
20	-0.75	\$ 132,231	\$ 134,875,460,265	\$ (2,873,300,631)

VAR. MIXTO	
ULTIMO PRECIO COP	\$ 135,048
# DE BARRILES	1,020,000
V.A.	\$ 137,748,760,896
N. CONFIANZA	95%
MEDIA	-0.07%
VOLATILIDAD T+1	2.67%
Var (COP)	\$ (5,257,444,660)
Var (%)	-3.82%

Fuente: Elaboración propia

Para la segunda serie de tiempo se calculado el VAR dando como resultado en \$(5,527,444,660) y en porcentaje es de -3.82%, si se comparan con los resultados de la serie uno, tiene un mayor riesgo de pérdidas diarias en la serie dos ya que el valor del VAR es mayor en casi 1%.

#### 4.1 Valoración con Nivel de confianza de 99%

Cuadro 24. Valoración método montecarlo Periodo 1-Nivel de confianza de 99%

escenarios	Et	escenario de precio	escenario posicion	escenario pyg
1	0.54	\$ 127,967	\$ 130,525,954,502	\$ 530,683,418
2	-1.42	\$ 123,734	\$ 126,209,136,829	\$ (3,786,134,255)
3	-1.31	\$ 123,969	\$ 126,448,052,432	\$ (3,547,218,652)
4	1.32	\$ 129,649	\$ 132,242,441,274	\$ 2,247,170,190
5	1.39	\$ 129,797	\$ 132,393,272,234	\$ 2,398,001,150
6	1.79	\$ 130,661	\$ 133,274,310,366	\$ 3,279,039,282
7	-0.60	\$ 125,501	\$ 128,010,879,334	\$ (1,984,391,750)
8	0.92	\$ 128,777	\$ 131,352,805,113	\$ 1,357,534,029
9	-1.22	\$ 124,175	\$ 126,658,278,855	\$ (3,336,992,229)
10	-1.15	\$ 124,313	\$ 126,799,659,962	\$ (3,195,611,122)
11	-0.81	\$ 125,044	\$ 127,544,534,715	\$ (2,450,736,369)
12	-0.36	\$ 126,014	\$ 128,534,536,410	\$ (1,460,734,674)
13	-0.74	\$ 125,210	\$ 127,714,245,504	\$ (2,281,025,580)
14	-0.53	\$ 125,655	\$ 128,167,728,723	\$ (1,827,542,361)
15	1.00	\$ 128,964	\$ 131,543,290,511	\$ 1,548,019,427
16	-0.58	\$ 125,547	\$ 128,058,080,110	\$ (1,937,190,974)
17	0.12	\$ 127,053	\$ 129,594,169,681	\$ (401,101,403)
18	0.86	\$ 128,658	\$ 131,231,118,299	\$ 1,235,847,215
19	-0.01	\$ 126,786	\$ 129,321,989,080	\$ (673,282,004)
20	-0.75	\$ 125,173	\$ 127,676,312,429	\$ (2,318,958,655)
21	-0.26	\$ 126,234	\$ 128,758,285,702	\$ (1,236,985,382)
22	0.06	\$ 126,919	\$ 129,457,149,166	\$ (538,121,918)
23	-0.31	\$ 126,121	\$ 128,643,635,365	\$ (1,351,635,719)
24	0.38	\$ 127,625	\$ 130,177,174,675	\$ 181,903,591

VAR. MIXTO	
ULTIMO PRECIO	\$ 127,446
# DE BARRILES	1,020,000
V.A.	\$ 129,995,271,084
N. CONFIANZA	99%
MEDIA	-0.51%
VOLATILIDAD T+1	1.69%
VaR (pesos)	\$ (5,798,702,668)
VaR (%)	-4.46%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Valoración método montecarlo Periodo 2-Nivel de confianza de 99%

escenarios	Et	escenario de precio	escenario posicion	escenario pyg
1	0.54	\$ 136,904	\$ 139,642,277,678	\$ 1,893,516,782
2	-1.42	\$ 129,825	\$ 132,421,201,794	\$ (5,327,559,102)
3	-1.31	\$ 130,217	\$ 132,820,854,462	\$ (4,927,906,434)
4	1.32	\$ 139,719	\$ 142,513,578,291	\$ 4,764,817,395
5	1.39	\$ 139,967	\$ 142,765,884,943	\$ 5,017,124,047
6	1.79	\$ 141,411	\$ 144,239,665,790	\$ 6,490,904,894
7	-0.60	\$ 132,780	\$ 135,435,116,287	\$ (2,313,644,609)
8	0.92	\$ 138,260	\$ 141,025,414,854	\$ 3,276,653,958
9	-1.22	\$ 130,561	\$ 133,172,516,511	\$ (4,576,244,385)
10	-1.15	\$ 130,793	\$ 133,409,015,661	\$ (4,339,745,235)
11	-0.81	\$ 132,015	\$ 134,655,025,458	\$ (3,093,735,438)
12	-0.36	\$ 133,638	\$ 136,311,078,113	\$ (1,437,682,783)
13	-0.74	\$ 132,293	\$ 134,938,913,863	\$ (2,809,847,033)
14	-0.53	\$ 133,037	\$ 135,697,490,431	\$ (2,051,270,465)
15	1.00	\$ 138,573	\$ 141,344,054,560	\$ 3,595,293,664
16	-0.58	\$ 132,857	\$ 135,514,072,689	\$ (2,234,688,207)
17	0.12	\$ 135,376	\$ 138,083,608,906	\$ 334,848,010
18	0.86	\$ 138,061	\$ 140,821,859,878	\$ 3,073,098,982
19	-0.01	\$ 134,930	\$ 137,628,311,295	\$ (120,449,601)
20	-0.75	\$ 132,231	\$ 134,875,460,265	\$ (2,873,300,631)

VAR. MIXTO	
ULTIMO PRECIO	\$ 135,048
# DE BARRILES	1,020,000
V.A.	\$ 137,748,760,896
N. CONFIANZA	99%
MEDIA	-0.07%
VOLATILIDAD T+1	2.67%
VaR (pesos)	\$ (7,861,025,014)
VaR (%)	-5.71%

Fuente: Elaboración propia

Con un nivel de significancia del 99% se obtiene un VaR mayor que con un nivel de significancia del 95%, esto que con el primer escenario se reúne un mayor número de datos, es decir, solo 1% de 100% puede superar dicha cantidad.

Cuadro 26. Comparativo de VaR Nivel de Significancia 95%

VaR	%	(\$ COP)
Periodo 1	-3.31%	\$ (4,296,531,630)
Periodo 2	-3.82%	\$ (5,257,444,660)
<b>Diferencia</b>	<b>0.51%</b>	<b>\$ (960,913,030.75)</b>

Fuente: Elaboración propia

La estimación de la pérdida esperada es mayor para el periodo 2 superando el periodo 1 en 0.51%.

La pérdida máxima diaria que podría registrar el sector petrolero en Colombia, bajo condiciones normales de mercado es de \$(4,296,531,630) y \$ (5,257,444,660) para el periodo 1 y 2, respectivamente. Se puede decir que la mayor pérdida que se registra en el segundo periodo, concuerda con una mayor volatilidad (de tendencia bajista) de los precios WTI.

## 5 Pérdidas no esperadas con método CVaR para los dos periodos de análisis

El CVaR cuantifica las pérdidas que se pueden encontrar en las colas de las distribuciones. Se presentan dos escenarios de nivel de confianza como medida para establecer el comportamiento de las pérdidas no esperadas en éstos, siendo el 95% el nivel real para el presente trabajo.

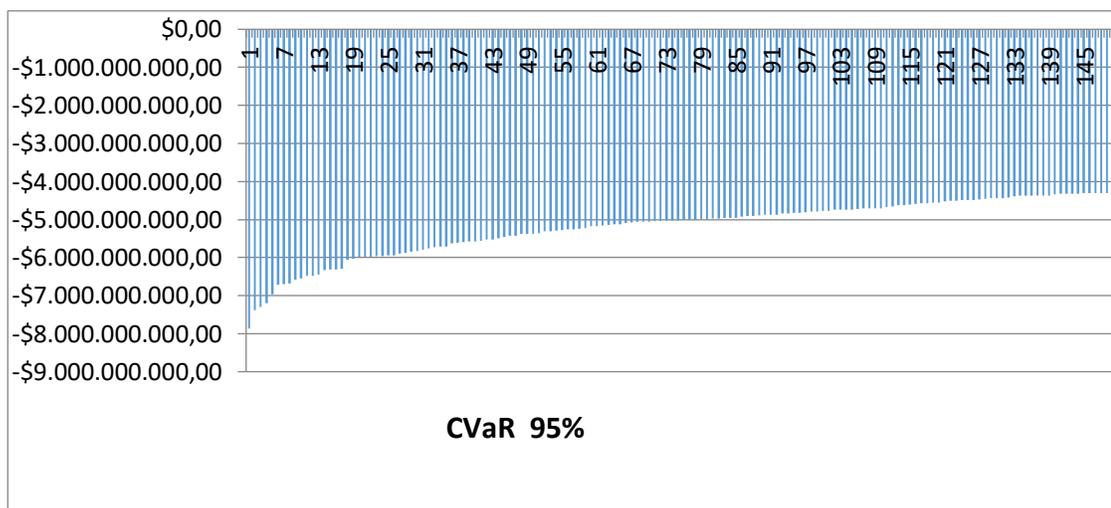
Cuadro 27. CVaR Periodo 1

CVaR	95%	99%
V.A.	\$129,995,271,084	\$129,995,271,084
VaR COP	\$ (4,296,531,630)	\$ (5,798,702,668)
VaR (%)	-3.31%	-4.46%
CVAR COP	-\$5,197,757,692	-\$6,395,720,318
CVAR %	-4.00%	-4.92%
Pérdidas NO esperadas (COP)	-\$901,226,062	-\$597,017,650

Fuente: Elaboración propia

Para el primer periodo se registra una pérdida no esperada diaria de \$ 901,226,062, que comparada con los escenarios de pérdidas y ganancias, se considera un valor medio.

Grafica 23. Escenarios de pérdidas y ganancias para determinación del CVaR en el periodo 1



Fuente: Elaboración propia

La gráfica 23 refleja los escenarios de pérdidas y ganancias para un CVaR del 95%

Cuadro 28. CVaR periodo 2

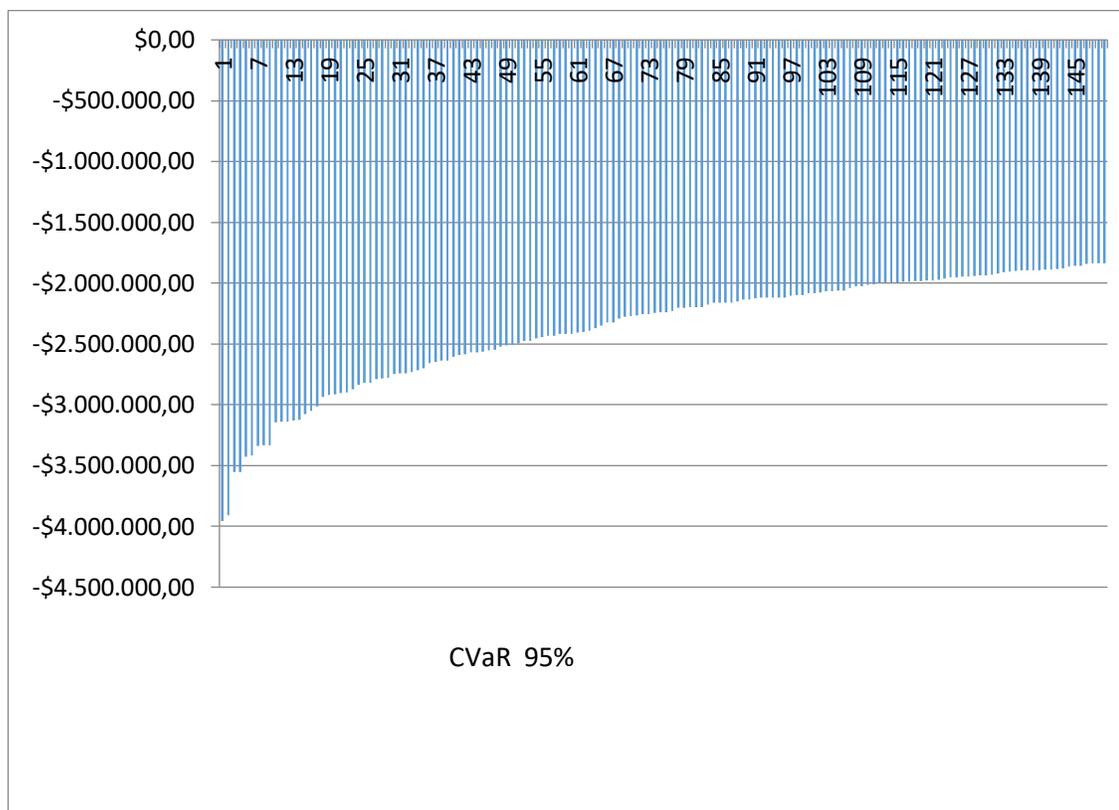
CVaR	95%	99%
V.A.	\$ 137,748,760,896	\$ 137,748,760,896
VaR COP	\$ (5,257,444,660)	\$ (7,861,025,014)
VaR (%)	-3.82%	-5.71%
CVAR COP	\$ (6,801,706,344)	\$ (8,948,430,377)
CVAR %	-4.94%	-6.50%
Pérdidas NO esperadas (COP)		
	\$ (1,544,261,684)	\$ (1,087,405,363)

Fuente: Elaboración propia

Para el segundo periodo se registra una pérdida diaria no esperada de \$ 1,544,261,684 que comparada con los escenarios de pérdidas y ganancias, se considera un valor bajo, pero mayor con respecto al periodo 1.

Con respecto al nivel de significancia, se puede evidenciar que en un 99% se obtiene un CVaR menor y una pérdida no esperada mayor a la obtenida en un 95%. Para el 99% las pérdidas no esperadas son menores, lo que indica que el CVaR recoge mayores pérdidas o datos.

Grafica 24. Escenarios de pérdidas y ganancias para determinación del CVaR en el periodo 2



Fuente: Elaboración propia

La gráfica me permite ver los escenarios de pérdidas y ganancias para un CVaR del 95% en el segundo periodo, con respecto al primero, se muestra unas mayores pérdidas y una cola de distribución más inclinada.

Cuadro 29. Comparativo pérdida no esperada periodo 1 y periodo 2

CUADRO COMPATIVO CVAR		
	95%	99%
Periodo 1	(901,226,062)	(597,017,650)
Periodo 2	\$ (1,544,261,684)	\$ (1,087,405,363)
Diferencia	\$ 643,035,622	\$ 490,387,713

Fuente: Elaboración Propia

En el periodo 1 se presentan pérdidas no esperadas menor respecto al periodo 2, con una diferencia de \$643,035,622 con un 95% de confianza y \$490,387,713 con un 99% de confianza. El escenario del periodo 1 es menor riesgoso.

## 6 Pruebas back-testing para evaluar modelos

El backtesting permite validar la cuantificación del valor de riesgo VaR, al permitir la comparación entre las pérdidas y ganancias estimadas con las obtenidas en la realidad.

El Back-testing es un análisis a posteriori que calcula el número de excepciones observadas dentro de un determinado periodo. Una excepción es la pérdida real que supera a la predicha por el modelo. De esta manera se busca contrastar el número de días en los que la pérdida real superó la estimación VaR contra el nivel de confianza al cual fue calculado el VaR (Jara y Melgar, (2007), VaR vs. CVaR ¿Qué estimador se ajusta mejor al riesgo de mercado? Recuperado de: <http://www.griskm.com/articulo02.pdf>).

Se halla el estadístico de prueba para cada método utilizado con la siguiente fórmula:

$$LR = -2 \ln \left[ \frac{p^x (1-p)^{n-x}}{\hat{p}^x (1-\hat{p})^{n-x}} \right],$$

Además se analiza con Backtesting en precio dólar, ya que es esta moneda en la que se referencia el valor del petróleo internacional WTI.

Siendo hallados el VaR, se procede a hacer la prueba Backtesting:

## 6.1 Backtesting Serie 1

Cuadro 30. Backtesting Montecarlo 95% serie 1.

### BACKTESTING METODO MONTECARLO

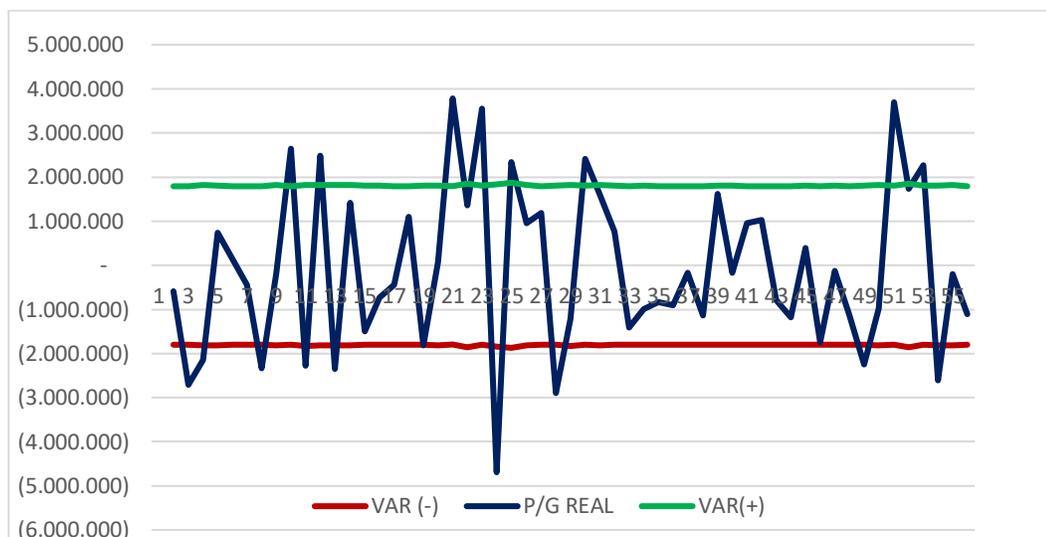
FECHA	PRECIO	VA i	MEDIA i	DESVIACIÓN (t+1)	VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
31/12/2014	53.27	54,335,400	-0.50%					0
02/01/2015	52.69	53,743,800	-0.51%	1.70%	(1,798,088)	(591,600)	1,798,088	0
05/01/2015	50.04	51,040,800	-0.55%	1.70%	(1,796,853)	(2,703,000)	1,796,853	1
06/01/2015	47.93	48,888,600	-0.59%	1.72%	(1,820,692)	(2,152,200)	1,820,692	1
07/01/2015	48.65	49,623,000	-0.58%	1.71%	(1,813,168)	734,400	1,813,168	0
08/01/2015	48.79	49,765,800	-0.58%	1.70%	(1,797,821)	142,800	1,797,821	0
09/01/2015	48.36	49,327,200	-0.60%	1.69%	(1,795,798)	(438,600)	1,795,798	0
12/01/2015	46.07	46,991,400	-0.64%	1.69%	(1,796,461)	(2,335,800)	1,796,461	1
13/01/2015	45.89	46,807,800	-0.65%	1.72%	(1,817,810)	(183,600)	1,817,810	0
14/01/2015	48.48	49,449,600	-0.60%	1.69%	(1,795,865)	2,641,800	1,795,865	0
15/01/2015	46.25	47,175,000	-0.63%	1.73%	(1,823,960)	(2,274,600)	1,823,960	1
16/01/2015	48.69	49,663,800	-0.60%	1.72%	(1,816,544)	2,488,800	1,816,544	0
20/01/2015	46.39	47,317,800	-0.64%	1.72%	(1,820,510)	(2,346,000)	1,820,510	1

05/03/2015	50.76	51,775,200	-0.47%	1.70%	(1,799,420)	(785,400)	1,799,420	0
06/03/2015	49.61	50,602,200	-0.50%	1.70%	(1,797,862)	(1,173,000)	1,797,862	0
09/03/2015	50	51,000,000	-0.48%	1.70%	(1,800,677)	397,800	1,800,677	0
10/03/2015	48.29	49,255,800	-0.50%	1.69%	(1,796,300)	(1,744,200)	1,796,300	0
11/03/2015	48.17	49,133,400	-0.51%	1.71%	(1,807,127)	(122,400)	1,807,127	0
12/03/2015	47.05	47,991,000	-0.53%	1.69%	(1,795,779)	(1,142,400)	1,795,779	0
13/03/2015	44.84	45,736,800	-0.56%	1.70%	(1,800,944)	(2,254,200)	1,800,944	1
16/03/2015	43.88	44,757,600	-0.60%	1.72%	(1,817,449)	(979,200)	1,817,449	0
24/03/2015	47.51	48,460,200	-0.51%	1.70%	(1,800,142)	3,702,600	1,800,142	0
25/03/2015	49.21	50,194,200	-0.51%	1.76%	(1,854,321)	1,734,000	1,854,321	0
26/03/2015	51.43	52,458,600	-0.46%	1.71%	(1,807,362)	2,264,400	1,807,362	0
27/03/2015	48.87	49,847,400	-0.49%	1.71%	(1,814,019)	(2,611,200)	1,814,019	1
30/03/2015	48.68	49,653,600	-0.49%	1.72%	(1,820,172)	(193,800)	1,820,172	0
31/03/2015	47.6	48,552,000	-0.51%	1.69%	(1,795,864)	(1,101,600)	1,795,864	0

10

Fuente. Elaboración propia.

Grafica 25. Gráfico de Montecarlo 95% serie 1



Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 31. Backtesting Montecarlo 99% serie 1

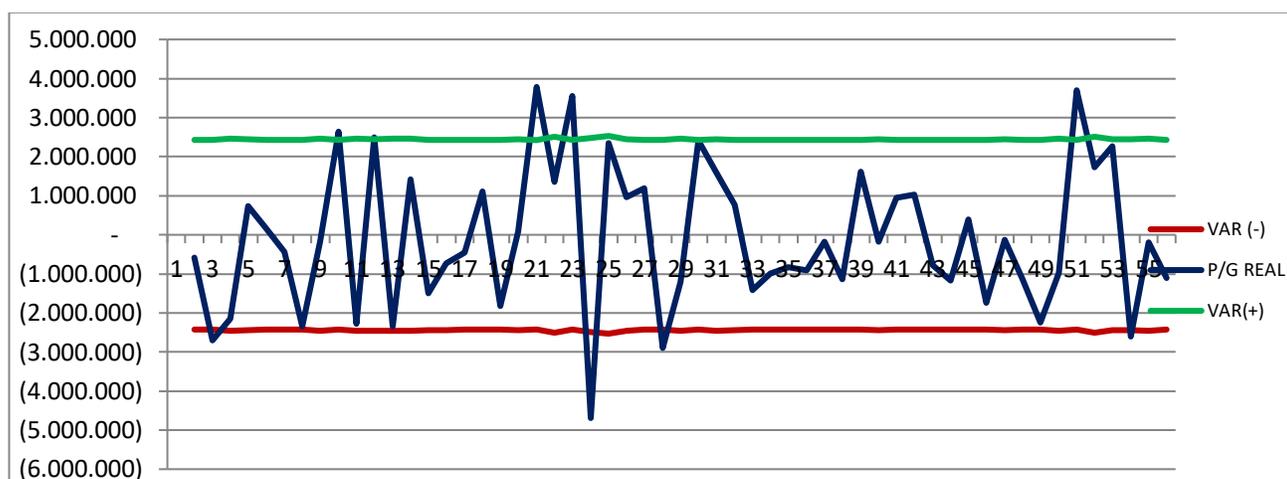
### BACKTESTING METODO MONTECARLO

FECHA	PRECIO	VA i	MEDIA i	DESVIACIÓN (t+1)	VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
31/12/2014	53.27	54,335,400	-0.50%					0
02/01/2015	52.69	53,743,800	-0.51%	1.70%	(2,426,884)	(591,600)	2,426,884	0
05/01/2015	50.04	51,040,800	-0.55%	1.70%	(2,425,139)	(2,703,000)	2,425,139	1
06/01/2015	47.93	48,888,600	-0.59%	1.72%	(2,458,826)	(2,152,200)	2,458,826	0
07/01/2015	48.65	49,623,000	-0.58%	1.71%	(2,448,194)	734,400	2,448,194	0
08/01/2015	48.79	49,765,800	-0.58%	1.70%	(2,426,506)	142,800	2,426,506	0
09/01/2015	48.36	49,327,200	-0.60%	1.69%	(2,423,648)	(438,600)	2,423,648	0
12/01/2015	46.07	46,991,400	-0.64%	1.69%	(2,424,585)	(2,335,800)	2,424,585	0
13/01/2015	45.89	46,807,800	-0.65%	1.72%	(2,454,753)	(183,600)	2,454,753	0
14/01/2015	48.48	49,449,600	-0.60%	1.69%	(2,423,743)	2,641,800	2,423,743	0
15/01/2015	46.25	47,175,000	-0.63%	1.73%	(2,463,443)	(2,274,600)	2,463,443	0
16/01/2015	48.69	49,663,800	-0.60%	1.72%	(2,452,963)	2,488,800	2,452,963	0
20/01/2015	46.39	47,317,800	-0.64%	1.72%	(2,458,568)	(2,346,000)	2,458,568	0
21/01/2015	47.78	48,735,600	-0.59%	1.72%	(2,454,599)	1,417,800	2,454,599	0

24/03/2015	47.51	48,460,200	-0.51%	1.70%	(2,429,787)	3,702,600	2,429,787	0
25/03/2015	49.21	50,194,200	-0.51%	1.76%	(2,506,346)	1,734,000	2,506,346	0
26/03/2015	51.43	52,458,600	-0.46%	1.71%	(2,439,989)	2,264,400	2,439,989	0
27/03/2015	48.87	49,847,400	-0.49%	1.71%	(2,449,396)	(2,611,200)	2,449,396	1
30/03/2015	48.68	49,653,600	-0.49%	1.72%	(2,458,091)	(193,800)	2,458,091	0
31/03/2015	47.6	48,552,000	-0.51%	1.69%	(2,423,741)	(1,101,600)	2,423,741	0

4

Grafica 26. Gráfico de Montecarlo 99% serie 1.



## 6.2 Backtesting Serie 2

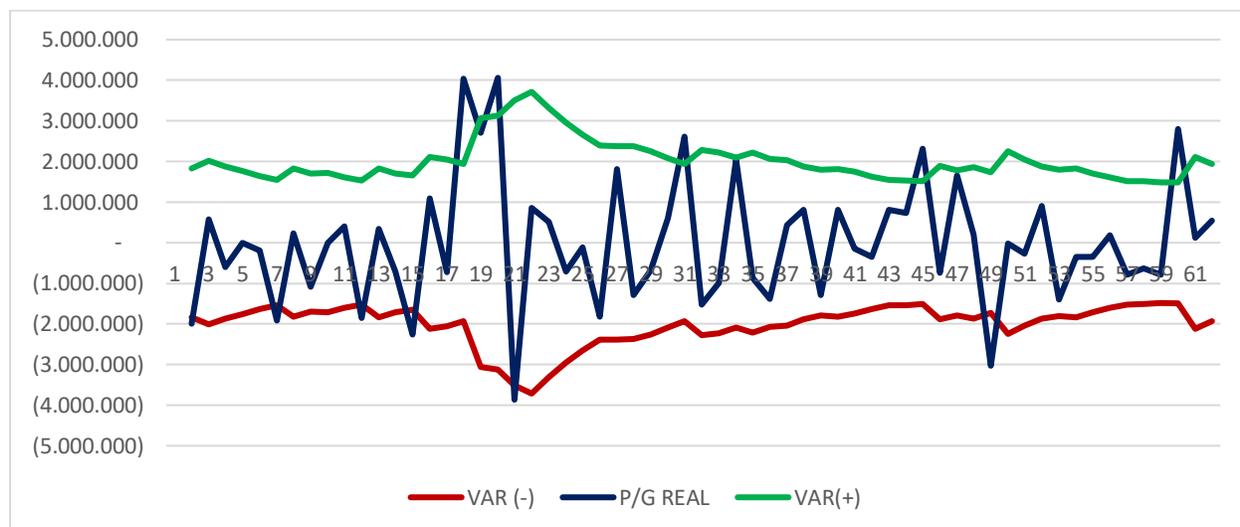
Cuadro 32. Backtesting método Montecarlo 95% serie 2.

## BACKTESTING METODO MONTECARLO

FECHA	PRECIO	VA i	MEDIA i	DESVIACIÓN (t+1)	VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
31/07/2015	47.12	48,062,400	-0.07%					
03/08/2015	45.17	46,073,400	-0.02%	2.67%	(1,834,393)	(1,989,000)	1,834,393	0
04/08/2015	45.74	46,654,800	0.01%	2.94%	(2,012,430)	581,400	2,012,430	0
05/08/2015	45.15	46,053,000	-0.02%	2.73%	(1,872,745)	(601,800)	1,872,745	0
06/08/2015	45.15	46,053,000	-0.06%	2.57%	(1,762,096)	-	1,762,096	0
10/08/2015	44.96	45,859,200	-0.04%	2.39%	(1,640,614)	(193,800)	1,640,614	0
11/08/2015	43.08	43,941,600	-0.02%	2.25%	(1,546,360)	(1,917,600)	1,546,360	0
12/08/2015	43.3	44,166,000	-0.01%	2.67%	(1,828,283)	224,400	1,828,283	0
13/08/2015	42.23	43,074,600	-0.06%	2.47%	(1,699,382)	(1,091,400)	1,699,382	0
14/08/2015	42.23	43,074,600	-0.05%	2.49%	(1,713,473)	-	1,713,473	0
18/08/2015	42.62	43,472,400	-0.09%	2.33%	(1,601,268)	397,800	1,601,268	0
19/08/2015	40.8	41,616,000	-0.07%	2.22%	(1,529,232)	(1,856,400)	1,529,232	0
20/08/2015	41.14	41,962,800	-0.09%	2.67%	(1,831,709)	346,800	1,831,709	0
21/08/2015	40.15	41,259,000	-0.06%	2.49%	(1,710,361)	(703,800)	1,710,361	0
26/10/2015	43.98	44,859,600	-0.14%	2.20%	(1,513,070)	(632,400)	1,513,070	0
27/10/2015	43.2	44,064,000	-0.08%	2.15%	(1,484,653)	(795,600)	1,484,653	0
28/10/2015	45.94	46,858,800	-0.10%	2.16%	(1,490,361)	2,794,800	1,490,361	1
29/10/2015	46.06	46,981,200	-0.11%	3.10%	(2,118,227)	122,400	2,118,227	0
30/10/2015	46.59	47,521,800	-0.14%	2.82%	(1,933,702)	540,600	1,933,702	0
<b>5</b>								

Fuente. Eleboracion propia.

Grafica 27. Grafico de Montecarlo 95% serie 2



Fuente. Elaboracion propia.

Cuadro 33. Backtesting método Montecarlo 99% serie 2.

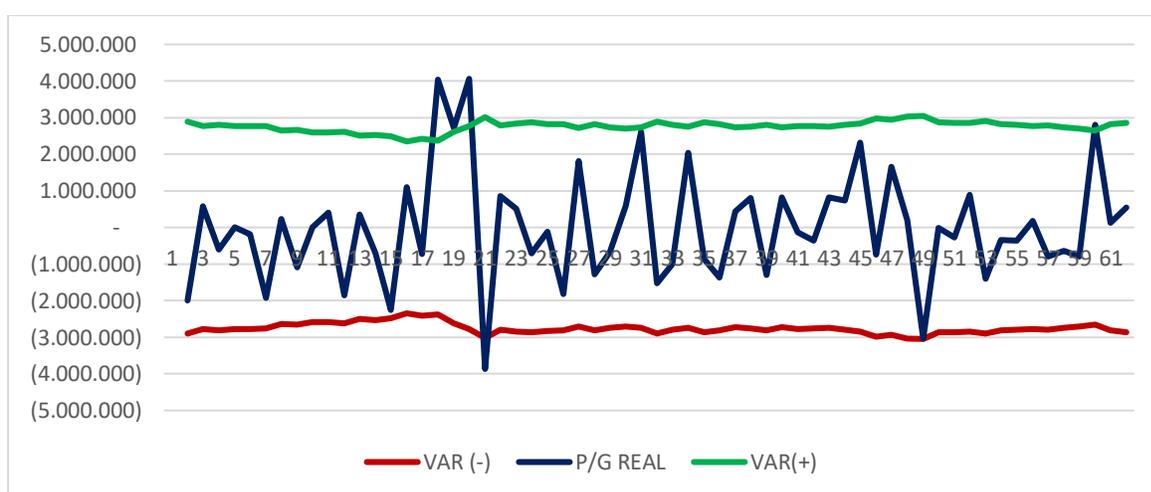
## BACKTESTING METODO MONTECARLO

FECHA	PRECIO	VA i	MEDIA i	DESVIACIÓN (t+1)	VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
31/07/2015	47.12	48,062,400	-0.07%					
03/08/2015	45.17	46,073,400	-0.02%	2.67%	(2,892,244)	(1,989,000)	2,892,244	0
04/08/2015	45.74	46,654,800	0.01%	2.94%	(2,772,552)	581,400	2,772,552	0
05/08/2015	45.15	46,053,000	-0.02%	2.73%	(2,807,539)	(601,800)	2,807,539	0
06/08/2015	45.15	46,053,000	-0.06%	2.57%	(2,771,324)	-	2,771,324	0
10/08/2015	44.96	45,859,200	-0.04%	2.39%	(2,771,324)	(193,800)	2,771,324	0
11/08/2015	43.08	43,941,600	-0.02%	2.25%	(2,759,662)	(1,917,600)	2,759,662	0
12/08/2015	43.3	44,166,000	-0.01%	2.67%	(2,644,267)	224,400	2,644,267	0
13/08/2015	42.23	43,074,600	-0.06%	2.47%	(2,657,771)	(1,091,400)	2,657,771	0
14/08/2015	42.23	43,074,600	-0.05%	2.49%	(2,592,094)	-	2,592,094	0
18/08/2015	42.62	43,472,400	-0.09%	2.33%	(2,592,094)	397,800	2,592,094	0
19/08/2015	40.8	41,616,000	-0.07%	2.22%	(2,616,032)	(1,856,400)	2,616,032	0
20/08/2015	41.14	41,962,800	-0.09%	2.67%	(2,504,320)	346,800	2,504,320	0
21/08/2015	40.45	41,259,000	-0.06%	2.49%	(2,525,189)	(703,800)	2,525,189	0
24/08/2015	38.24	39,004,800	-0.08%	2.41%	(2,482,836)	(2,254,200)	2,482,836	0
25/08/2015	39.31	40,096,200	-0.07%	3.09%	(2,347,186)	1,091,400	2,347,186	0

22/10/2015	45.38	46,287,600	-0.07%	2.34%	(2,774,393)	183,600	2,774,393	0
23/10/2015	44.6	45,492,000	-0.10%	2.21%	(2,785,442)	(795,600)	2,785,442	0
26/10/2015	43.98	44,859,600	-0.14%	2.20%	(2,737,565)	(632,400)	2,737,565	0
27/10/2015	43.2	44,064,000	-0.08%	2.15%	(2,699,509)	(795,600)	2,699,509	0
28/10/2015	45.94	46,858,800	-0.10%	2.16%	(2,651,633)	2,794,800	2,651,633	0
29/10/2015	46.06	46,981,200	-0.11%	3.10%	(2,819,815)	122,400	2,819,815	0
30/10/2015	46.59	47,521,800	-0.14%	2.82%	(2,859,712)	540,600	2,859,712	0
								1

Fuente. Elaboracion propia.

Grafica 28. Grafico de Montecarlo 99% serie 2



Fuente. Elaboracion propia.

A continuación se analizan los resultados obtenidos con backtesting:

Cuadro 34. Resultados E-views

ESTADISTICO	Nivel Sig 95%		Nivel Sig 99%	
	RESULTADOS P1	RESULTADOS P2	RESULTADOS P1	RESULTADOS P2
Excepciones	10	5	0	1
H(n)	55	61	55	61
P <sup>^</sup>	18.18%	8.20%	0.00%	1.64%
Estadístico t de kupiec	12.38	1.11		1.11
Valor Crítico	3.84	3.84	3.84	3.84

Fuente. Eleboracion propia.

En el periodo 1 el valor estadístico de Kupiec con un nivel de significancia de 95% es mayor al valor crítico, esto es evidencia para rechazar la hipótesis nula de que el VaR posee la cobertura deseada, esto debido a la alta volatilidad que presentan los precios del petróleo WTI. Para el periodo 2, se acepta la hipótesis nula (posee la cobertura deseada).

Con un nivel de significancia del 99% se evidencia que se acepta en ambos periodos la hipótesis nula, es decir, se cuenta con la cobertura deseada en los modelos.

La anterior evaluación se desarrolló con los precios WTI en dólares, por lo que además se hace un análisis backtesting teniendo en cuenta la TRM (Tasa Representativa del Mercado).

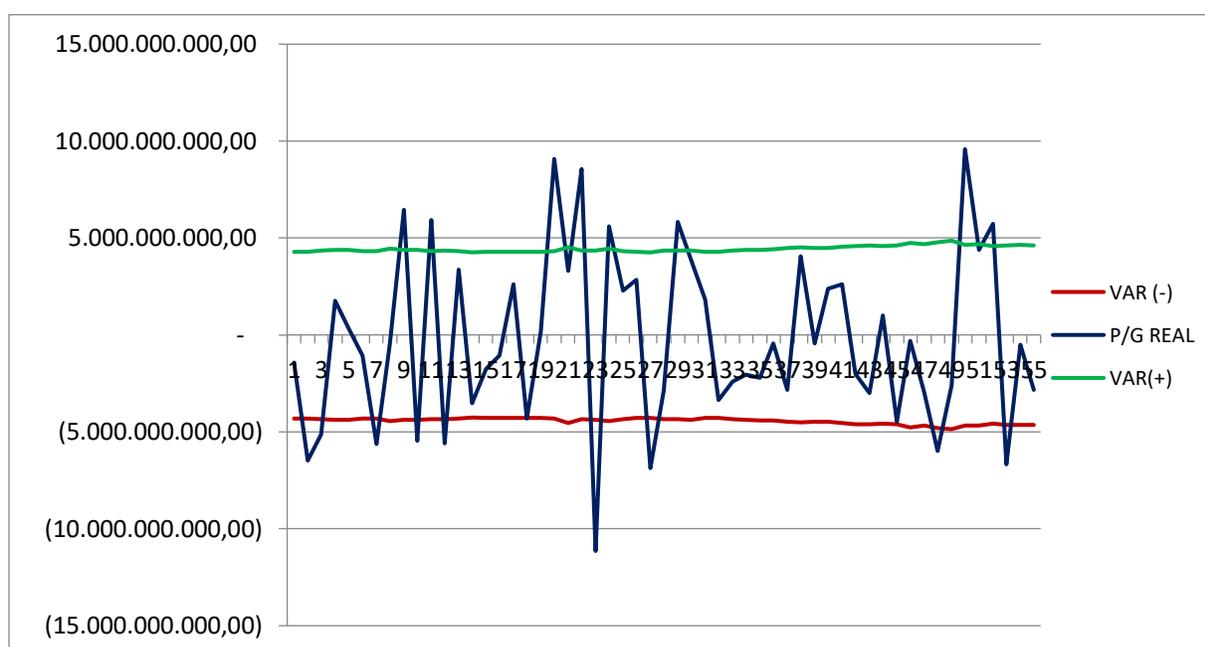
Cuadro 35. Backtesting con TRM Periodo 1

VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
(4,301,852,837.71)	(1,415,379,336.00)	4,301,852,837.71	0
(4,298,898,495.10)	(6,466,819,380.00)	4,298,898,495.10	1
(4,339,383,636.82)	(5,129,488,914.00)	4,339,383,636.82	1
(4,374,848,562.79)	1,771,975,008.00	4,374,848,562.79	0
(4,376,452,620.93)	347,619,468.00	4,376,452,620.93	0
(4,318,948,353.16)	(1,054,846,158.00)	4,318,948,353.16	0
(4,323,560,178.36)	(5,621,593,218.00)	4,323,560,178.36	1
(4,439,147,133.90)	(448,356,708.00)	4,439,147,133.90	0
(4,379,737,463.17)	6,442,795,422.00	4,379,737,463.17	0
(4,375,514,723.67)	(5,456,560,686.00)	4,375,514,723.67	1
(4,330,476,245.65)	5,933,075,208.00	4,330,476,245.65	0
(4,339,930,934.86)	(5,592,652,860.00)	4,339,930,934.86	1
(4,314,203,537.00)	3,365,063,232.00	4,314,203,537.00	0
(4,260,074,165.80)	(3,540,893,076.00)	4,260,074,165.80	0
(4,279,026,276.47)	(1,741,078,800.00)	4,279,026,276.47	0
(4,291,022,006.98)	(1,071,061,200.00)	4,291,022,006.98	0

(4,628,106,208.89)	(6,661,954,560.00)	4,628,106,208.89	1
(4,653,906,271.09)	(495,517,530.00)	4,653,906,271.09	0
(4,626,234,212.68)	(2,837,776,680.00)	4,626,234,212.68	0
			10

Fuente: Elaboración propia

Grafica 29. Backtesting con TRM Periodo 1



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36. Backtesting con TRM Periodo 2

FECHA	TRM	VAR (-)	P/G REAL	VAR(+)	EXCESOS
31/07/2015	\$ 2,866				
03/08/2015	\$ 2,863	(\$ 5,250,969,252)	(\$ 5,693,532,390)	\$ 5,250,969,252	1
04/08/2015	\$ 2,903	(\$ 5,842,045,310)	\$ 1,687,792,572	\$ 5,842,045,310	0
05/08/2015	\$ 2,907	(\$ 5,443,974,813)	(\$ 1,749,402,510)	\$ 5,443,974,813	0
06/08/2015	\$ 2,946	(\$ 5,191,081,724)	\$ 0	\$ 5,191,081,724	0
10/08/2015	\$ 2,955	(\$ 4,848,523,844)	(\$ 572,739,078)	\$ 4,848,523,844	0
11/08/2015	\$ 2,913	(\$ 4,505,241,699)	(\$ 5,586,831,720)	\$ 4,505,241,699	1
12/08/2015	\$ 2,944	(\$ 5,382,410,129)	\$ 660,626,868	\$ 5,382,410,129	0
13/08/2015	\$ 2,938	(\$ 4,992,155,593)	(\$ 3,206,129,382)	\$ 4,992,155,593	0
14/08/2015	\$ 2,966	(\$ 5,082,367,383)	\$ 0	\$ 5,082,367,383	0
18/08/2015	\$ 2,983	(\$ 4,776,775,694)	\$ 1,186,685,136	\$ 4,776,775,694	0

28/10/2015	\$ 2,951	(\$ 4,349,187,822)	\$ 8,155,813,308	\$ 4,349,187,822	0
29/10/2015	\$ 2,927	(\$ 6,250,612,434)	\$ 361,186,488	\$ 6,250,612,434	0
30/10/2015	\$ 2,921	(\$ 5,659,460,896)	\$ 1,582,201,050	\$ 5,659,460,896	0
					6

Fuente: Elaboración propia

Para el periodo 1 se presenta igual número de excesos, mientras para el periodo 2 existe una diferencia de 1 exceso. La TRM presenta un comportamiento inverso a el precio WTI, lo que ha hecho que los efectos negativos de la caída en el precio del petróleo sean menos críticos.

## 7 Conclusiones Finales

El presente proyecto refleja la importancia del sector de Minas y Energía , específicamente las operaciones relacionadas con el petróleo, en la Economía colombiana, siendo uno de los principales sectores que componen el Producto Interno Bruto, las importaciones, exportaciones, Inversión extranjera Directa y su comportamiento genera importantes impactos en otros indicadores macroeconómicos; además se aporta un análisis de éstos, que refleja la crisis que afronta el sector petrolero en los últimos periodos a causa principalmente de la creciente oferta del petróleo a nivel mundial, así como se aporta un análisis de riesgo de su precio en el sector colombiano.

La pérdida máxima que podría registrar el sector petrolero en Colombia, bajo condiciones normales de mercado es de 3.31% y 3.89%, para el periodo 1 y 2, respectivamente, lo que equivale a: una pérdida máxima para el periodo 1 de COP \$4,296,531,630 y para el periodo 2 de COP\$ 5,257,444,660 . Estos valores son similares a los mayores valores de los escenarios de pérdidas y ganancias

La pérdida no esperada que podría registrar el sector petrolero en Colombia en un día, es de \$901,226,062 y \$1,544,261,684 para el periodo 1 y 2, respectivamente. En el periodo 1 se registra un valor medio, y el periodo 2 registra un valor alto, con respecto al promedio de los escenarios de pérdidas y ganancias. Con un nivel de significancia del 99%, se presentan pérdidas no esperadas diarias inferiores, ya que el VaR obtenido es mayor.

El backtesting aplicado al modelo, permitió determinar las veces que las pérdidas o ganancias fueron mayor al VaR, con el fin de evaluar el modelo, obteniéndose que debido a la volatilidad, hay un gran número de excesos (10 y 5, para los periodos 1 y 2, respectivamente), que reflejan que el VaR en el periodo 1 no posee la cobertura deseada, pero permite hacer un gran acercamiento a las pérdidas esperadas y no esperadas en el precio del petróleo en Colombia, mientras que para el periodo 2 posee la cobertura deseada.

En el backtesting elaborado para evaluar los modelos, teniendo en cuenta la Tasa Representativa del Mercado TRM, se obtienen en el periodo 1 igual número de excesos que el obtenido sin tener en cuenta el precio dólar; en el periodo 2 se obtiene una pequeña diferencia. Esta diferencia es el resultado del cambio diario en el precio dólar. Aun sin ser dependiente el comportamiento del precio WTI y el dólar, se refleja un comportamiento inverso (mientras el WTI presenta un comportamiento bajista, la TRM presenta aumento en su valor).

La presencia de más de 6 excesos, hacen que el valor estadístico de Kupiec sea mayor al valor crítico.

Se logra obtener la estimación diaria de pérdidas esperadas y no esperadas en pesos y porcentual para el riesgo del precio del petróleo en Colombia para dos periodos de análisis, cifras de gran utilidad para el sector petrolero.

## Infografía

Servicio Nacional de Minería y Geología de Chile (2011). Anuario de la Minería de Chile. Santiago, Chile. Recuperado de:

[http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/anuario/anuario\\_2011.pdf](http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/anuario/anuario_2011.pdf). [pdf].

Hocol Colombia. Recuperado de:

<http://www.hocol.com/scripts/index.php>.

Contraloría general del estado colombianos.(2104) Comportamiento sector minas y canteras. Recuperado de:

[http://www.contraloriagen.gov.co/web/guest/minas-y-energia/-/asset\\_publisher/wQ0O/content/analisis-pnd-2010-2014-sector-minero-energetico;jsessionid=c49d035748aa9f0e3a0ad0876aad?redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fminas-y-energia](http://www.contraloriagen.gov.co/web/guest/minas-y-energia/-/asset_publisher/wQ0O/content/analisis-pnd-2010-2014-sector-minero-energetico;jsessionid=c49d035748aa9f0e3a0ad0876aad?redirect=%2Fweb%2Fguest%2Fminas-y-energia).

Portafolio. (2015). Baja exploración de petróleo preocupa a la industria. Recuperado de:

<http://www.portafolio.co/economia/lo-que-preocupa-al-sector-petrolero-colombia-febrero-2015>.

Giusti. (2013) ¿Qué paso con el dilema WTI/Brent?. Recuperado de:

<http://www.elespectador.com/noticias/economia/paso-el-dilema-wti-brent-articulo-436568>.

## Bibliografía

- CALDERON GAMA, Hector Raul – Zermeño, Salvador – Mojica Sergio V. Lecturas Básicas de Metodología de la Investigación
- HARO - Alfonso de Lara - Medición y control de riesgos financieros - Editorial Limusa - 2005.
- HERNANDEZ SAMPIERI - Roberto y otros - Metodología de la Investigación - Editorial Mc Graw Hill
- BERNAL - Cesar Augusto - . Metodología de la Investigación - Editorial Prentice Hall
- HERNANDEZ SAMPIERI – Roberto - Fundamentos de Metodología de la Investigación.
- MEDICIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE CRÉDITO - Edward I Altman, Maria De Lourdes De La Fuente, Alan Elizondo - Editorial Limusa - 2004.
- ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INTERNACIONALIZACIÓN - Javier Sanz Arlegui. Alfaomega - 2010.
- Valores del pib.