



Instituto Tecnológico
de Buenos Aires

Proyecto Final de
Ingeniería Industrial

PRECIO DEL CRUDO

Alumnos:	Álvaro Venini	52145
	Federico Rodríguez	51648
	Juan Angel Busso	52509
Tutor:	Claudio Jorge Rancan	

RESUMEN:

Este trabajo tiene como objetivo investigar acerca de la formación del precio del petróleo y su relación con la aplicación de energías renovables.

Para esto, analizamos los diferentes factores que influyen en el precio.

Lo que nos motivó a realizar este estudio, es el hecho que el petróleo es uno de los commodities más importantes de la economía mundial y nos interesó saber en profundidad como están interrelacionadas las distintas variables que determinan su precio.

Pensamos que este análisis va a ser de interés para todas aquellas personas que busquen una primera aproximación al estudio de lo que representa el petróleo para las economías mundiales.

SUMMARY:

This work aims to investigate the formation of oil prices and its relation to the application of renewable energy.

For this, we analyze the different factors that influence the price.

What motivated us to conduct this study is the fact that oil is one of the most important commodities in the world economy and we are interested to know in depth and are interrelated the different variables that determine its price.

We think that this analysis will be of interest to all those seeking a first approach to the study of accounting for oil to world economies.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Petróleo.....	1
1.1.1. Barril.....	1
1.2. Producción, Consumo y Reservas.....	1
1.2.1. Producción-Consumo Petróleo por regiones	3
1.2.2. Consumo Mundial por tipo Energía	4
1.2.3. Distribución de las reservas	5
1.3. Usos.....	7
1.4. Marco Histórico.....	7
1.5. Variables que influyen en el precio.....	8
1.5.1. Dólar	8
1.6. Commodity.....	9
1.7. Matriz Energética en el mundo.....	10
1.7.1. Panorama energético.....	10
1.8. Métodos y Costos de extracción	11
1.8.1. Extracción Convencional.....	12
1.8.2. Extracción No Convencional.....	12
1.8.3. Extracción Offshore.....	12
1.8.4. Costos y Flujos	13
2. ANÁLISIS TEORICO.....	15
2.1. Comportamiento Racional.....	15
2.2. Mercados Eficientes.....	16
2.2.1. Fundamentos básicos	17
2.2.2. Base Empírica de la HME	18
2.2.3. Tipos de Eficiencia de Mercado	19
2.3. Teoría de las Finanzas Conductuales	20
3. EL MERCADO DEL PETROLEO.....	23
3.1. El Crudo	23
3.1.1. Oferta y Demanda del Crudo	24
3.1.2. La Demanda.....	24
3.1.3. La Oferta.....	25
3.2. Desarrollo del Precio del Petróleo.....	27
3.2.1. Desarrollo Histórico del Precio del Petróleo	28
3.3. Análisis	34
3.4. Fundamentos Básicos del precio del barril	35
3.4.1. Dinámica del Precio según Fundamentals del Mercado.....	35
3.4.2. Modelo de Inventarios	36
3.4.3. Aplicación del modelo de inventario.....	38

3.5.	Dinámica del precio del petróleo desde el punto de vista del comportamiento..	40
3.5.1.	Desafiando la eficiencia del mercado de crudo de petróleo	40
3.6.	Trading y Exageración.....	41
4.	ENERGIAS RENOVABLES	43
4.1.	Descripción.....	43
4.2.	Diagrama Causal.....	43
4.3.	Relación Demanda – Precio.....	44
4.4.	Relación PBI – Demanda - Precio.....	47
4.4.1.	Relación Precio - kW Renovables	49
4.4.2.	Relación kW Renovables - Demanda Oil	49
4.4.3.	Ciclo Demanda Oil – Stock – Precio	49
4.4.4.	Relación Tasas de Interés – Precio	49
4.4.5.	Relación Tasas de Interés – Crecimiento del PBI	49
4.4.6.	Relación Tasas de Interés – Inversión en nuevas Tecnologías.....	51
4.4.7.	Inversión en Nuevas Tecnologías – Tasa de Adaptación	52
4.4.8.	Ciclo Tasa de Adaptación – kW Renovables	52
4.4.9.	Ciclo Precio – Producción – Stock	57
4.5.	Verificación y Validación.....	66
4.5.1.	Demanda - Precio	67
4.5.2.	PBI – Demanda Energía – Demanda Petróleo.....	68
4.5.3.	PBI – Precio	69
4.5.4.	Precio – KW Energía Renovable.....	70
4.5.5.	Tasa de Interés – Precio	71
4.5.6.	PBI - Inversiones	71
5.	FORECAST.....	73
5.1.	Casos históricos.....	73
5.2.	Previsiones por datos de Bancos	74
5.3.	Beneficiarios y Perjudicados	75
6.	CONCLUSION	77
7.	BIBLIOGRAFIA	79
7.1.	Páginas Web.....	79
7.2.	Libros.....	79
7.3.	Brief	79

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Petróleo

El petróleo es un recurso estratégico que influye prácticamente en todas las personas del planeta. Tiene usos que van desde la generación de energía hasta plásticos.

1.1.1. Barril

Cuando se habla de barril de petróleo crudo se toma como referencia a 42 galones que son aproximadamente 159 litros.

1.2. Producción, Consumo y Reservas

Las reservas de petróleo están muy concentradas en medio oriente, 48% del total de las reservas del mundo. En esta región el país con mayor cantidad de reservas es Arabia Saudita, con el 16%.

En un segundo lugar, se encuentra la región de Centro y Sur América, 20% del total. El principal país es Venezuela, con el 18% de reservas.

Por último encontramos Norteamérica, 18%, especialmente por las reservas bituminosas de Canadá, con 10%.

Las mayores zonas de producción de petróleo son Oriente Medio (32%), con Arabia Saudita en primer lugar con el 13% del total. Por otro lado en Norteamérica (19%) se destaca Estados Unidos con el 11%, con el repunte de su producción gracias a hidrocarburos no convencionales. La región de la Antigua Unión Soviética (17%), se destaca Rusia con el 13%. En último lugar podemos encontrar a África (10%), donde se destaca Nigeria con el 3%.

En relación al consumo de petróleo a nivel mundial podemos ver una gran concentración en la región de Asia Pacífico (China, Japón, India, Corea del Sur, etc.) que totalizan el 34% del consumo total y en Norteamérica (con Estados Unidos al frente con el 20% del consumo total), En un tercer lugar se encuentra Europa con un 16% del consumo mundial.

Precio del Crudo

Major trade movements 2015 Trade flows worldwide (million tonnes)

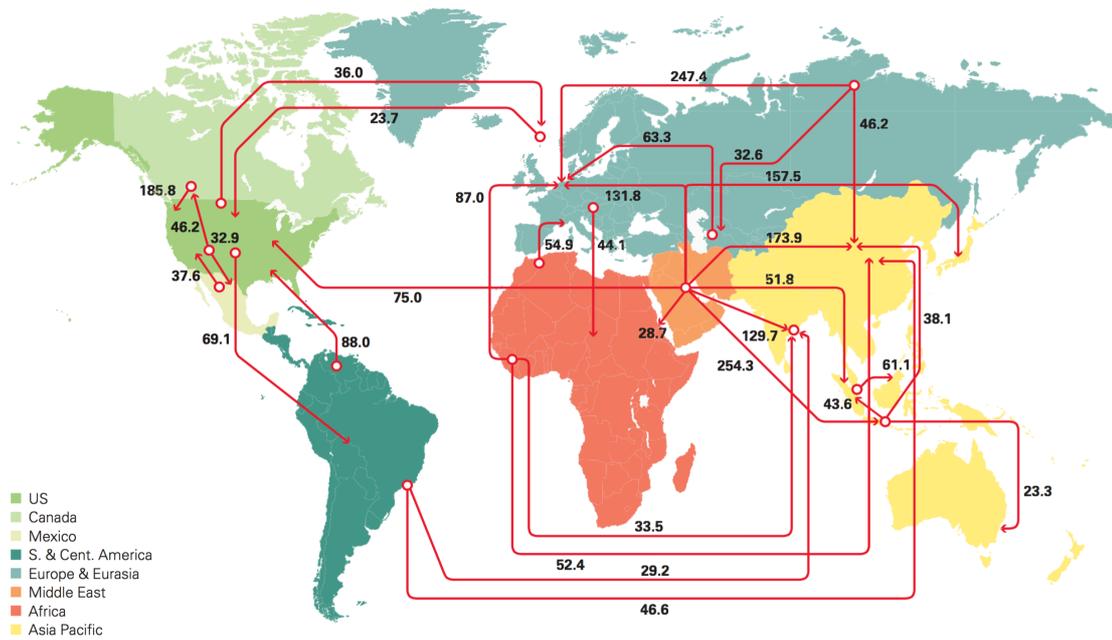


Figura 1 Flujos de millones de toneladas de petróleo en el 2015

El fuerte desequilibrio geográfico entre regiones productoras y regiones consumidoras, hace que aproximadamente el 65% de la producción anual (aproximadamente 57 millones de barriles por día) sean comercializados cada año.

Los principales importadores del petróleo comercializado son Europa (22%), Estados Unidos (17%), China (14%) y Japón (8%). En cuanto a las principales regiones exportadoras, son Oriente Medio (35%) y la Antigua Unión Soviética (16%).

En un estudio realizado en 2008 se llegó a la conclusión que si la extracción continúa al mismo ritmo, salvo que se encontrasen nuevos yacimientos, las reservas mundiales durarían aproximadamente 32 años. Se calcula que quedan unas 143 000 millones de toneladas.

Hay entre 6,8 y 7,2 barriles de petróleo por tonelada, en dependencia de la densidad del petróleo. Por tanto, las reservas de crudo se calculan entre 0,97 y 1,003 billones de barriles de petróleo.

Otras fuentes indican que si la producción de petróleo siguiera en el futuro al mismo ritmo que en 2013, las reservas mundiales –salvo que se encontrasen nuevos yacimientos– durarán 53,3 años, ascendiendo las reservas mundiales probadas de petróleo a 1,69 billones de barriles a finales del año 2013

Sin embargo el límite de las reservas podría estar más cercano aún si se tienen en cuenta modelos de previsión con un consumo creciente como ha venido siendo normal a lo largo de todo el siglo pasado. Los nuevos descubrimientos de yacimientos se han reducido drásticamente en las últimas décadas haciendo insostenible por mucho tiempo los elevados niveles de extracción actuales, sin incluir la futura demanda de los

consumidores asiáticos. Por otra parte, la mayoría de las principales reservas mundiales han entrado en declive y solo las de Oriente Medio mantienen un crecimiento sostenido. Según la Teoría del pico de Hubbert, actualizada con datos recientes por la Asociación para el estudio del pico del petróleo, el inicio de dicho declive se habría producido en torno a 2007. La Agencia Internacional de la Energía reconoció en 2010 que el cénit de la extracción mundial de petróleo convencional se había producido en 2006.

Existen otros tipos de reservas de hidrocarburos, conocidos como bitúmenes, el cual es petróleo extra pesado, cuyas reservas más conocidas son las de bitumen de las Arenas de Athabasca en Canadá, y la faja petrolífera del Orinoco en Venezuela. Según cálculos de la estatal venezolana PDVSA, la unión de estas reservas no convencionales con reservas convencionales le da a Venezuela el primer puesto como el país con mayores reservas de hidrocarburos en el planeta.

1.2.1. Producción-Consumo Petróleo por regiones

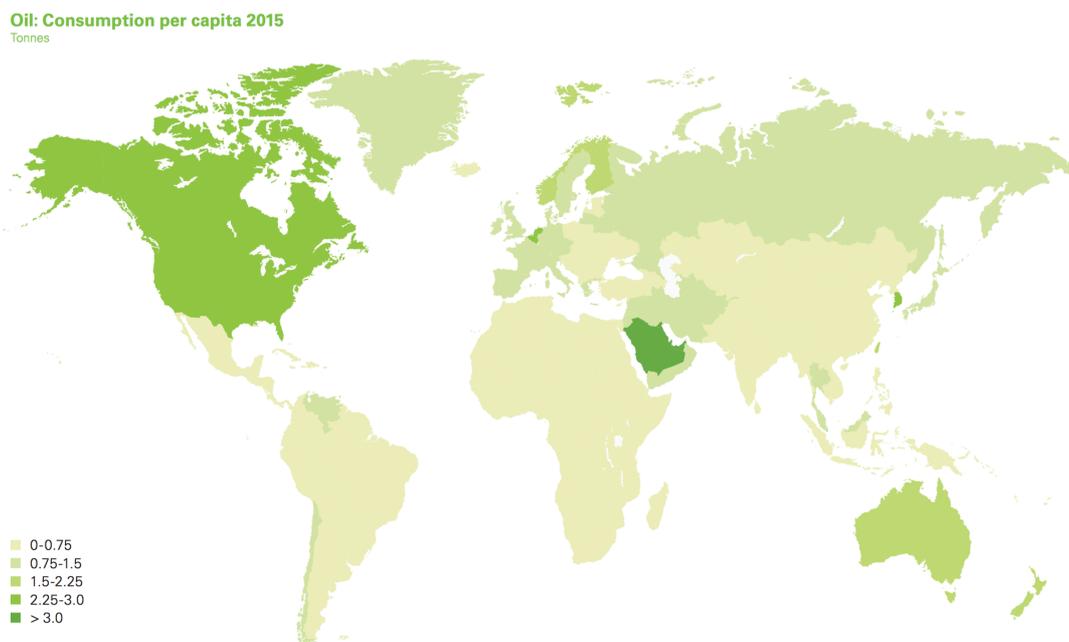


Figura 2 Consumo per cápita de petróleo en el 2015

La Figura 2 muestra la distribución del consumo per cápita de petróleo en el mundo con datos del 2015, con estos resultados se puede observar los países que beneficiaran con la bajada de precios en caso de que exporten menos de lo que consumen.

Precio del Crudo

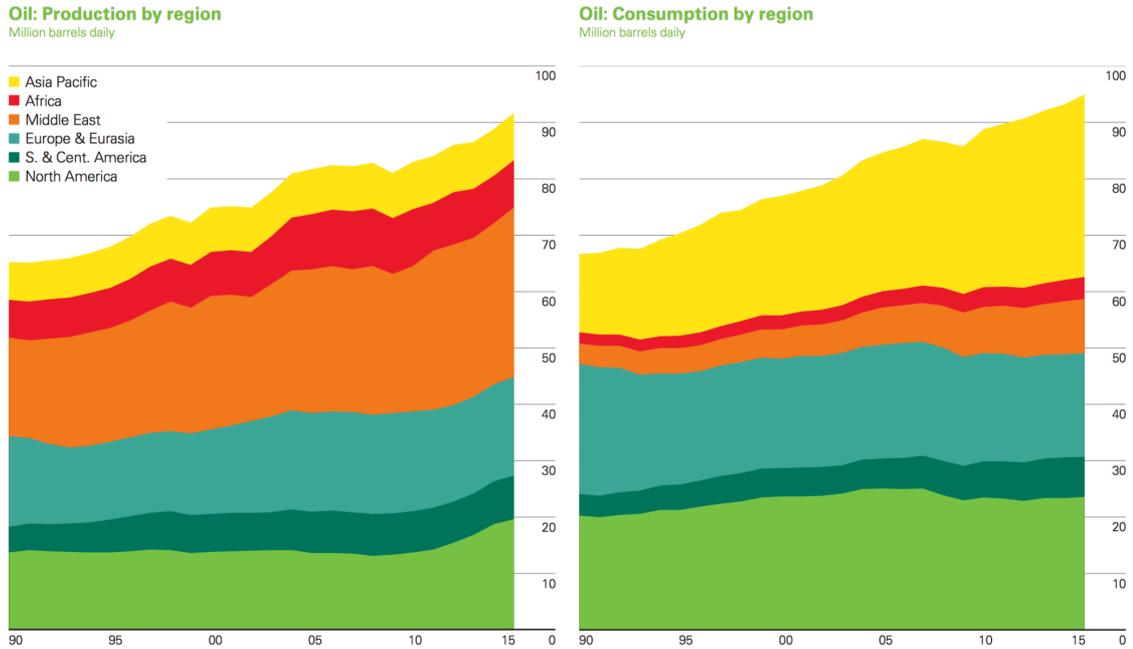


Figura 3 Producción y consumo histórico de petróleo por región y por

El crecimiento mundial de producción de petróleo en 2015 superó el crecimiento del consumo de petróleo por segundo año consecutivo. La producción creció un 2,8 millones de barriles/día, liderado por aumentos en el Medio Oriente (+1,5 millones de barriles/día) y USA (+0,9 millones de barriles/día).

1.2.2. Consumo Mundial por tipo Energía

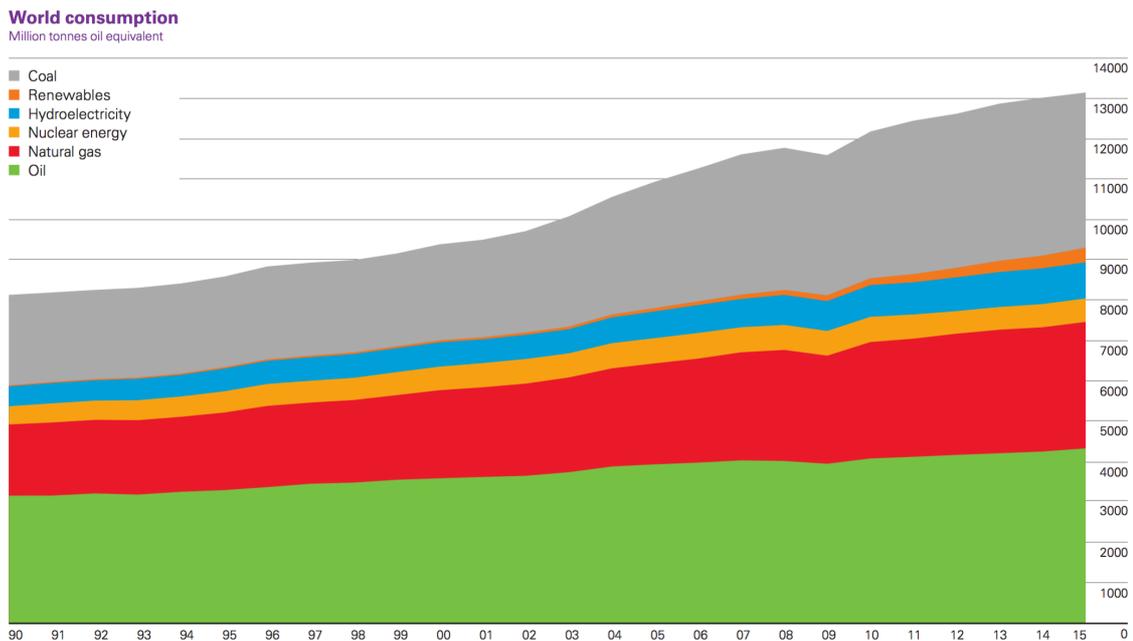


Figura 4 Consumo Mundial histórico en unidades equivalentes a millones de toneladas de petróleo de distintas fuentes de energía

El consumo mundial energético creció 0,9% en 2014 y 1% en 2015, siendo las tasas de crecimiento más lento desde 1998 (con excepción de la disminución de las secuelas de la crisis financiera). El crecimiento fue inferior a la media en todas las regiones excepto en USA y África (2014), en Europa y Eurasia (2015). Todos los combustibles, excepto la energía nuclear crecieron a tasas inferiores a la media. El petróleo sigue siendo el combustible dominante en el mundo y ha ganado cuota de mercado mundial por primera vez desde 1999, mientras que la de carbón cayó al nivel más bajo desde 2005. Las energías renovables en la generación de energía representaron un récord de 2,8% del consumo mundial de energía e Hidroeléctricas de 6,8%.

1.2.3. Distribución de las reservas

Distribution of proved reserves in 1995, 2005 and 2015
Percentage

- Middle East
- S. & Cent. America
- North America
- Europe & Eurasia
- Africa
- Asia Pacific

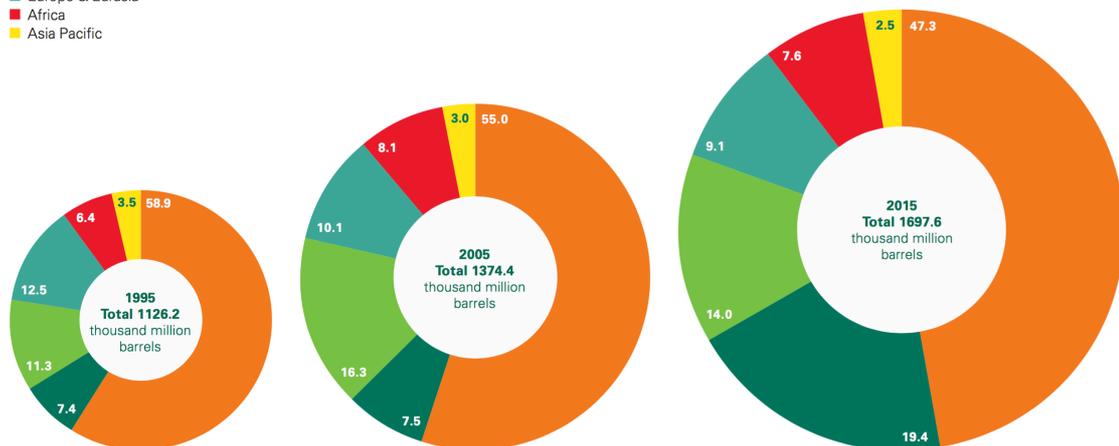


Figura 6 Distribución de Reservas mundiales de petróleo en los años 1995, 2005 y 2015

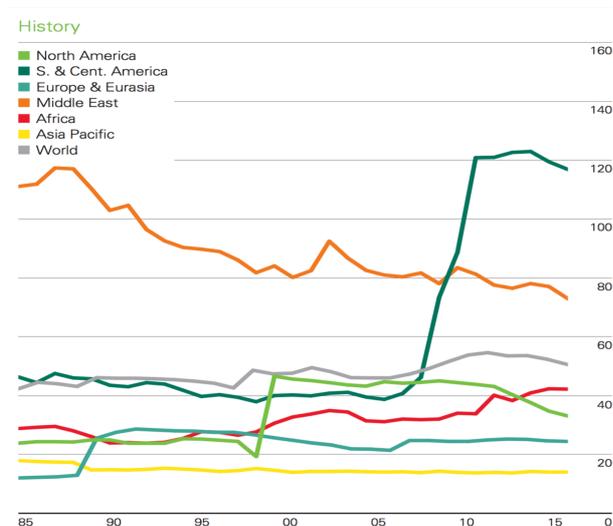


Figura 5 Años que restarían con la producción y las reservas de cada año

Precio del Crudo

En 2015 las reservas mundiales probadas de petróleo disminuyeron 2,4 billones de barriles (-0,1%) para quedar en 1697.6 billones de barriles. Sin embargo en los últimos 10 años aumentaron en un 24%, o 320 mil millones de barriles y son suficientes para cumplir con 50,7 años de la producción mundial. Brasil registró el mayor descenso, las reservas probadas cayeron 3,2 millones de barriles, mientras que las reservas probadas de Noruega crecieron 1,5 millones de barriles. Países de la OPEP continúan manteniendo la mayor proporción (71,4%) de las reservas probadas mundiales. A nivel regional, las reservas del Sur y América Central tienen la más alta relación Reserva/Producción, 117 años.

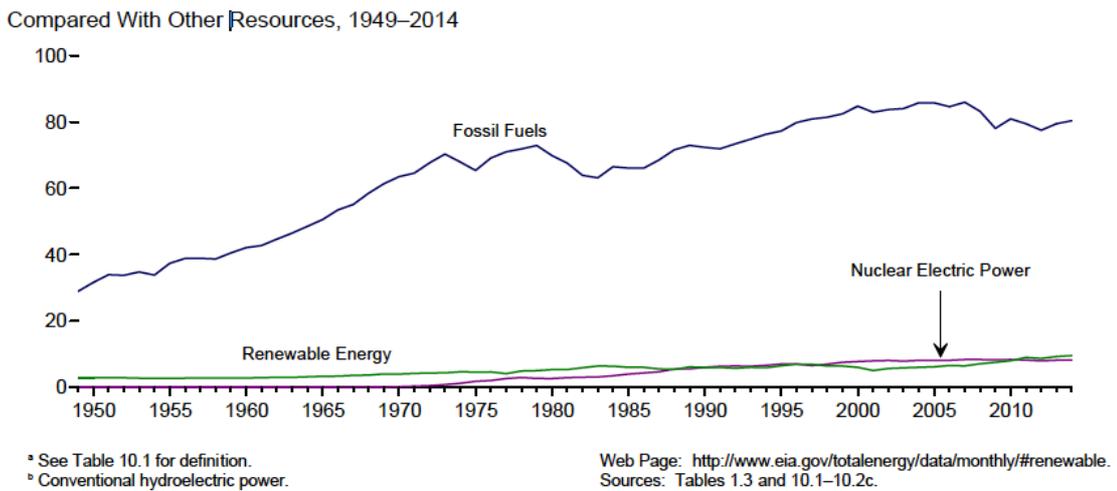


Figura 7 Comparación con otras fuentes de energía

Figure 10.1 Renewable Energy Consumption
(Quadrillion Btu)

Major Sources, 1949–2014

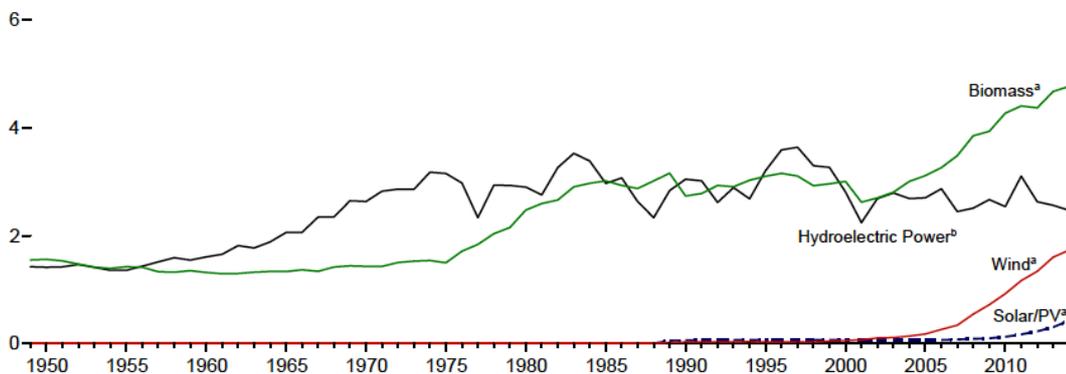


Figura 8 Consumo histórico de las distintas fuentes de energías renovables

En el gráfico anterior se puede apreciar como la Biomasa lidera en el consumo de Energías renovables y como la tasa de crecimiento de la energía eólica y solar aumenta año a año.

1.3. Usos

Existen varios usos y aplicaciones, historialmente se empezó utilizando para impermeabilizar todo tipo de embarcaciones y en el antiguo imperio babilónico (Irak) ya se asfaltaban las calles principales.

Los usos más conocidos son:

- Fibras textiles artificiales (nylon)
- Prótesis
- Fertilizantes
- Colorante
- Detergentes
- Envases y embalajes variados
- **Gasolinas**
- Ceras
- Azufre
- Brea
- Asfalto
- Coque de Petróleo
- Petroquímicos
- Productos Varios de plásticos

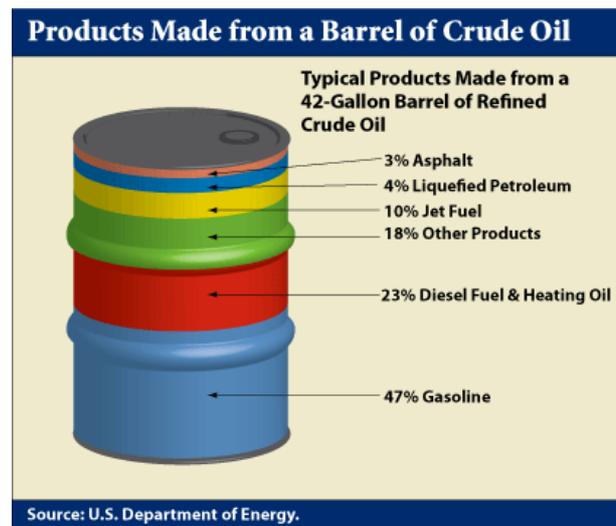


Figura 9 Distribución de porcentajes de barriles para cada industria

1.4. Marco Histórico

El primer pozo petrolero se perforo a mediados del siglo XIX obteniendo como primer subproducto kerosene que sustituyo al aceite de ballena como combustible. A fines del mismo siglo se comenzó a implementar para motores a combustión principalmente en autos, convirtiendo al petróleo a la fuente de energía que lideraría hasta hoy.

Hace más de cuatro mil años, según Heródoto y confirmado por Diodoro de Sicilia, el asfalto se emplea en la construcción de los muros y torres de Babilonia; había pozos de petróleo cerca de Ardericca (cerca de Babilonia), y un muelle de lanzamiento en Zacynthus (islas Jónicas, Grecia)

El siglo XIX fue un período de grandes cambios y la rápida industrialización. La industria del hierro y el acero dio lugar a nuevos materiales de construcción, los ferrocarriles conectan el país y el descubrimiento de petróleo proporcionan una nueva fuente de combustible. El descubrimiento del géiser Spindletop en 1901 condujo un enorme crecimiento en la industria petrolera. Dentro de un año, más de 1.500 compañías petroleras habían sido fletado, y el aceite se convirtió en el combustible dominante del siglo 20 y una parte integral de la economía de Estados Unidos.

1.5. Variables que influyen en el precio

Según el U.S. Energy information Administration, hay 7 principales factores que influyen en el mercado del petróleo a nivel mundial.

En primer lugar podemos ver que los precios están muy relacionado con los eventos geopolíticos, especialmente en regiones de medio oriente. Podemos ver una gran diferencia entre la incidencia de los eventos que ocurren en Asia por ejemplo la crisis financiera de mediados de los 90s tuvo muy poca incidencia en comparación a la guerra de Irán-Irak en el principio de los 80s.

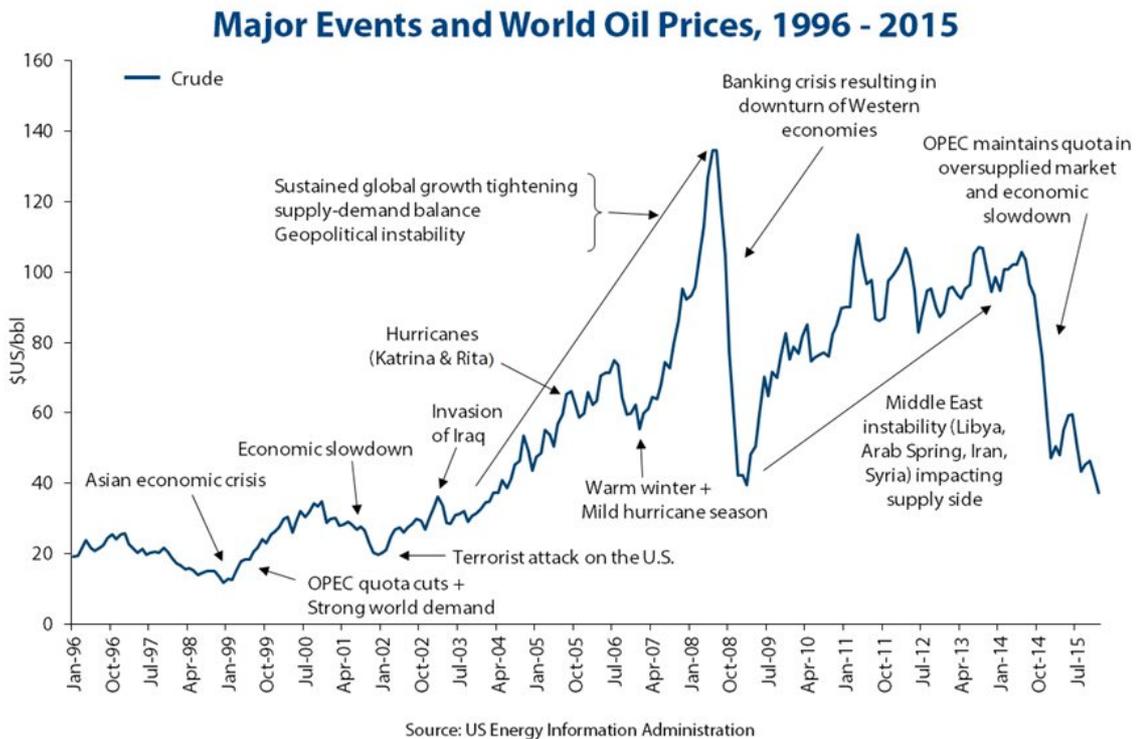


Figura 10 Eventos importantes que afectaron el precio del barril del petróleo

Por otro lado podemos ver como el crecimiento económico (PBI) de los principales países del mundo tiene un fuerte impacto en el consumo de petróleo.

Podemos ver que los principales eventos políticos tienen incidencia en el precio del petróleo siempre y cuando afecten la oferta y la demanda del mismo.

Las variables políticas juegan un rol determinante, sobre todo en los grandes países productores como Arabia Saudita como el los países consumidores como China y Estados Unidos.

1.5.1. Dólar

La moneda con que se mide el precio del barril es el dólar, si se hace mas fuerte con respecto a otras monedas, este precio disminuirá, pero seria solo un efecto de deflación.

Si comparamos le relación del **Dólar** con las demás monedas de los últimos 5 años con el precio del barril, vemos que tuvo una influencia.

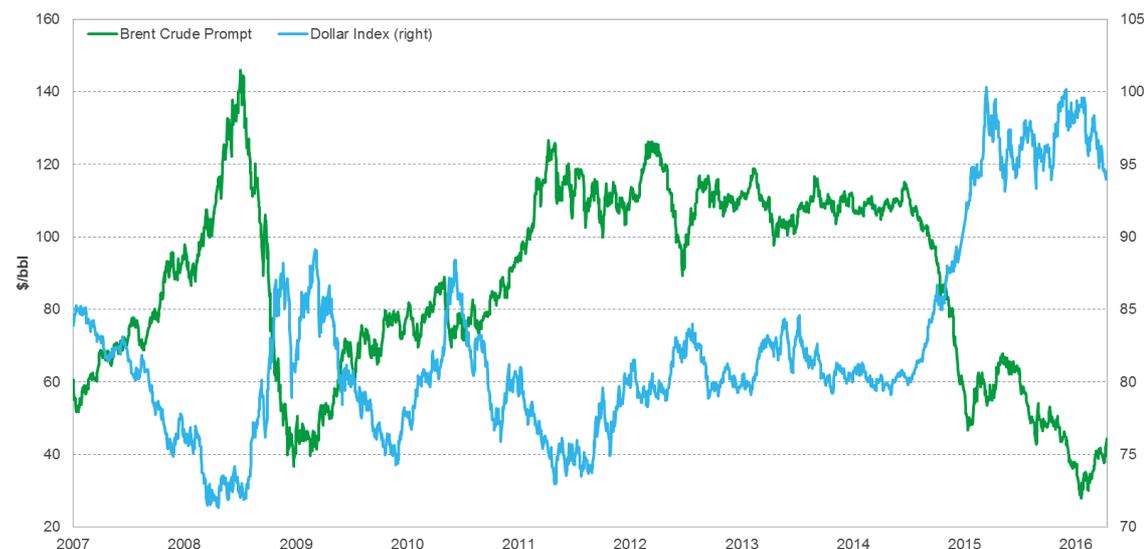


Figura 11 Relación Precio del Crudo Brent con el valor del dólar

El precio del petróleo y el poder del dólar tienen una correlación inversa. El dólar se hace mas fuerte con respecto a otras monedas y el precio del petróleo baja.

Esto tiene mucho sentido ya que es lógico pensar que cuando el dólar se aprecia los activos valuados en esa moneda tienden a bajar su precio nominal, sin embargo el precio real se mantiene constante.

1.6. Commodity

El crudo de petróleo es un recurso estratégico y uno de los commodities con mayor influencia tanto en la economía global como en las transacciones internacionales. El precio del barril de crudo ha incrementado su volatilidad en los últimos años, superando picos históricos, pero también bajando por debajo de su promedio histórico. Este aumento de volatilidad puede ser fundamentado hasta cierto punto, analizando los factores que impactan sobre la oferta y la demanda de crudo. La complejidad para entender la volatilidad del precio, surge debido a los conflictos sociales y geopolíticos que impactan en el precio, y este impacto no puede ser calculado con precisión, debido a la naturaleza social del factor influyente.

Picos altos y caídas bruscas como lo ocurrido en la segunda mitad del 2008 es lo que preocupa a los economistas, políticos, reguladores y al público en general. La preocupación surge debido a que el crudo de petróleo es un insumo indispensable para el consumo y la producción corporativa, nacional y global, ya que la mayoría de las industrias de la vida moderna son altamente dependientes de productos derivados del petróleo. Por otro lado, surge también la inquietud, ante una posible burbuja irracional en el mercado de petróleo, donde el precio parece estar siendo influenciado por comportamiento especulativo y no por los fundamentos económicos de la oferta y la demanda.

Las burbujas han sido estudiadas por los intelectuales mediante dos teorías básicas: la teoría de la eficiencia y la teoría de las finanzas del comportamiento. La teoría de la eficiencia, se basa en la hipótesis de mercado eficiente, tomando como suposiciones fundamentales que los agentes son totalmente racionales y que los mercados son siempre eficientes. Por esta razón, las burbujas son definidas como eventos extraordinarios que no pueden ser explicadas dentro del paradigma establecido. Por otro lado, las finanzas del comportamiento, contemplan la influencia del comportamiento humano en los mercados financieros, relajando la suposición de agentes completamente racionales. Esta disciplina, intenta explicar las fluctuaciones en los mercados financieros, aplicando evidencia del campo de la psicología y la sociología a problemas económicos. Para esto, presenta modelos del comportamiento humano que simulan la habilidad de un inversor para procesar información, tomar decisiones y formar expectativas. En conclusión, los participantes en el mercado no son siempre racionales, por lo que los mercados no son siempre eficientes como predice la teoría de la eficiencia.

A pesar de que la mayoría de los estudios que contemplan estas teorías han sido enfocados en los mercados de capitales, en esta obra, consideraremos que los inversores en commodities se comportan de manera similar a aquellos inversores que se enfocan en acciones.

1.7. Matriz Energética en el mundo

El consumo mundial de energía creció sólo 1,0% en 2015, similar a la tasa de crecimiento visto en 2014, pero mucho más lento que el promedio observado en la última década. Gran parte de esta debilidad fue impulsado por China, donde el crecimiento del consumo de energía fue el menor de los últimos 20 años. A pesar de eso China sigue siendo el de tasa de crecimiento más grande del mundo por 15 años consecutivos. El suministro de energía los últimos años ha sido impulsado notablemente por los avances tecnológicos, que lograron aumentar el alcance y la disponibilidad, inclusive con el fuerte crecimiento de las energías renovables eólica y solar, que a pesar de la debilidad de la demanda de energía mantuvo la tasa de crecimiento, gracias a que el carbón tuvo la mayor caída registrada llegando al nivel más bajo desde le 2005.

El contraste entre la demanda y el suministro de energía tuvo un efecto importante sobre los precios, afectando al petróleo, gas y carbón con una brusca caída el año pasado. Estas caídas de precios han desempeñado un papel clave que provocó ajustes en el mercado de energía, impulsando la demanda del petróleo, restringir la oferta.

En 2015 nos encontramos con el crecimiento más bajo de las emisiones de carbono en casi un cuarto de siglo, después de la crisis financiera del 2009. La industria energética esta pasando por un periodo de cambio profundo.

1.7.1. Panorama energético

El consumo de energía aumento solo 1% en 2015, similar al año anterior pero muy por debajo al promedio de los últimos 10 años de 1,9%. Comparado con la recesión del 2009 que represento el crecimiento mundial más bajo desde 1998. Los precios del crudo

registraron el descenso récord en términos de dólares, y el porcentaje de disminución mas grande desde 1986. El precio promedio anual para el Brent, referencia internacional del crudo, ha disminuido en un 47%, lo que refleja un desequilibrio creciente entre la producción y el consumo mundial. El West Texas Intermediate (WTI) se redujo a el nivel más bajo desde 2010. Los precios del gas natural cayeron en todas las regiones, con las mayores caídas porcentuales en Norteamérica. Los precios del carbón cayó por cuarto año consecutivo.

Aunque las economías emergentes continuaron para dominar el crecimiento del consumo de la energía mundial, el crecimiento en estos países (+ 1,6%) esta muy por debajo de su promedio de 10 años del (+3,8%). Las economías emergentes representan en la actualidad el 58,1% del consumo mundial de energía. En China el crecimiento del consumo se redujo a sólo 1,5%, mientras India (+ 5,2%) registró otro fuerte incremento. El consumo de la OECD aumentó muy poco(+0,1%). Un aumento en el consumo poco frecuente de la Unión Europea (+1,6%) compensó los descensos registrados en los EE.UU. (-0,9%) y Japón (-1,2%), donde el consumo cayó al nivel más bajo desde 1991. El crecimiento del consumo mundial de energía se mantuvo baja en el año 2015.

1.8. Métodos y Costos de extracción

El proceso de extracción de petróleo contiene 4 pasos principales, exploración desarrollo y extracción, producción y transporte.

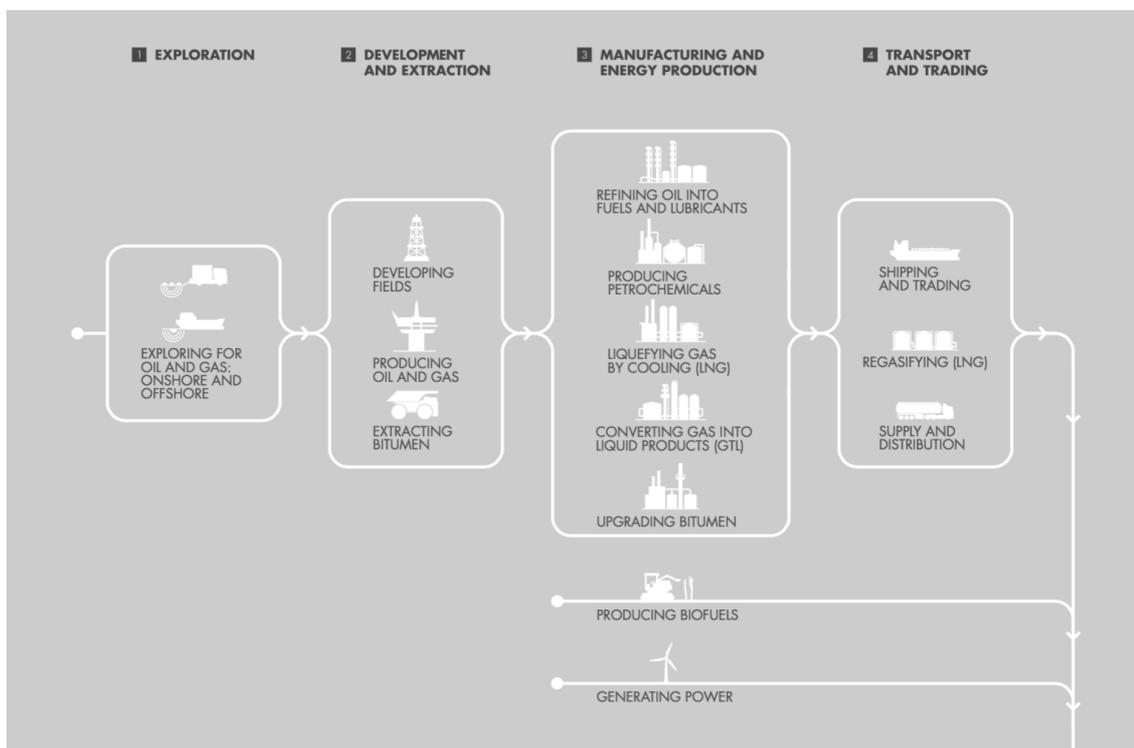


Figura 12 Proceso de obtención de petróleo

1.8.1. Extracción Convencional

La extracción convencional es simplemente sacar el petróleo desde el depósito. La extracción de petróleo es costoso y, a veces daña el medio ambiente, aunque el Dr. John Hunt, de la Institución Oceanográfica Woods Hole señaló en un artículo de 1981 que más del 70 por ciento de las reservas en el mundo se asocia con macroseepages visibles (lugares húmedos donde las aguas subterráneas ascienden por túneles), y muchas contaminaciones por petróleo se encuentran debido a la filtraciones naturales. Exploración y extracción de petróleo Offshore perturba el medio marino.

1.8.2. Extracción No Convencional

El petróleo no convencional es el petróleo producido o extraído por medio de técnicas que no sean el método convencional (pozo de petróleo). Industrias petroleras y los gobiernos de todo el mundo están invirtiendo en fuentes no convencionales de petróleo debido a la creciente escasez de las reservas de petróleo convencionales.

El cálculo para el pico del petróleo ha cambiado con la introducción de métodos de producción no convencionales. Los analistas esperan que los USD 150 mil millones se gastaron en el desarrollo de los yacimientos de petróleo de Estados Unidos en 2015 el gran aumento la producción de petróleo apretado es una de las razones detrás de la caída de los precios a finales de 2014.

Los métodos no convencionales son:

- Oil sands
- Tight oil
- Oil shale
- Thermal depolymerization
- Coal and gas conversion

1.8.3. Extracción Offshore

Perforación en alta mar es un proceso mecánico donde un pozo es perforado por debajo del lecho marino. Se lleva a cabo normalmente con el fin de explorar y posteriormente extraer el petróleo que se encuentra en formaciones de rocas bajo el fondo marino. Por lo general, el término se utiliza para describir las actividades de perforación en la plataforma continental, aunque el término también se puede aplicar a la perforación en aguas costeras, lagos y mares interiores. Presenta desafíos ambientales, tanto de los hidrocarburos producidos y los materiales utilizados durante la operación de perforación.

1.8.4. Costos y Flujos

Stylised oil production cost curve

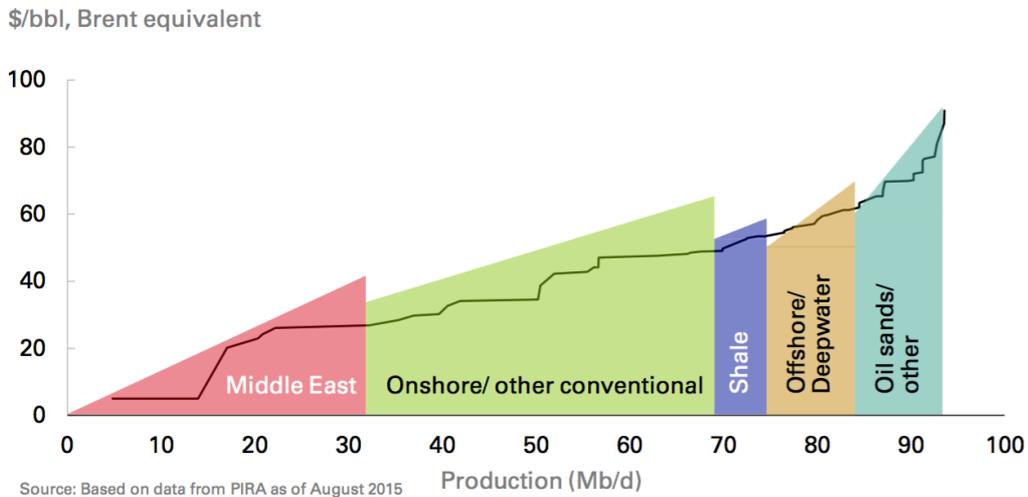


Figura 13 Costo de extracción de petróleo de distintos métodos precio equivalentes a barril de Brent

El grafico muestra el costo de extracción por distintos métodos dependiendo la cantidad diaria que se puede extraer (acumulativo).

Aunque los Estados Unidos representa menos del 5% del mercado mundial de petróleo, el rápido crecimiento del US Shale Oil fue el factor clave que impulsa el colapso de los precios del petróleo el año pasado: la producción de petróleo de Estados Unidos por sí solo aumentó en casi el doble.

2. ANÁLISIS TEORICO

El objetivo de este capítulo es el de describir y analizar las suposiciones fundamentales y el enfoque de la teoría tradicional financiera y la teoría del comportamiento. Primero el capítulo comienza con el análisis de las finanzas tradicionales y la teoría de la eficiencia, específicamente la hipótesis de mercado eficiente, analizando sus fundamentos tanto teóricos como empíricos, su contribución, desafíos y limitaciones. Luego, el capítulo procede a analizar los fundamentos y el enfoque de la teoría del comportamiento, presentando también sus contribuciones y desafíos.

2.1. Comportamiento Racional

Tanto los economistas neoclásicos como lo que apoyan la teoría financiera tradicional, establecen la suposición fundamental de que los agentes son completamente racionales y que estos están motivados por el interés propio. Asimismo, estos asumen que los individuos maximizan su utilidad esperada a partir de un conjunto de preferencias específico, mientras acumulan un volumen de información óptimo sobre un grupo de mercados. Al considerar a los agentes como racionales, se considera que estos tomarán decisiones racionales, es decir, que buscarán maximizar su utilidad esperada a través de sus acciones.

Por otro lado, se asume que la utilidad es una función que permite cuantificar los rankings de decisiones de inversión utilizando riesgo y retorno. Hay varias suposiciones que se toman sobre el comportamiento individual para llegar a la ecuación de utilidad brindada más abajo. Se asume que los inversores son reacios al riesgo. Además siempre prefieren mayor retorno a menor retorno. Los individuos son capaces de establecer clasificaciones jerárquicas de preferencia de portafolios y estas clasificaciones son internamente consistentes. Es decir, que si un individuo prefiere X a Y y Y a Z, él/ella debe preferir X a Z. Esta propiedad implica que las curvas de indiferencia de un mismo individuo nunca puede tocarse o cruzarse. Un ejemplo de una función de utilidad es la siguiente:

$$U = E(r) - \frac{1}{2}A\sigma^2$$

donde, U es la utilidad de la inversión, E(r) es el retorno esperado, y σ^2 es la varianza de la inversión. A es una medida de la aversión al riesgo, que se mide como el retorno marginal que un inversor puede obtener al aceptar riesgo adicional. Aquellos inversores más reacios al riesgo, requieren una mayor compensación para aceptar riesgo adicional.

Precio del Crudo

Por lo tanto, A es mayor para aquellos inversores con mayor aversión al riesgo. Por otro lado, un inversor neutral al riesgo maximizaría el retorno sin considerar el riesgo, mientras que un inversor “busca-riesgo” buscaría maximizar tanto riesgo como retorno.

Se pueden deducir varias conclusiones a partir de la función de utilidad. Primero, la función no está acotada para ningún lado, por lo que puede ser muy negativa o muy positiva. Segundo, un mayor retorno contribuye a una mayor utilidad. Tercero, una mayor varianza reduce la utilidad, pero la reducción en utilidad es amplificada por el coeficiente de aversión, A . La utilidad puede ser incrementada, obteniendo mayor retorno o menor riesgo. Cuarto, la utilidad no indica o mide satisfacción. Puede ser útil solo para clasificar diversas inversiones. Por ejemplo, un portafolio con utilidad 4 no es dos veces mejor que un portafolio con utilidad 2, pero se prefiere el portafolio con utilidad 4 ya que esta es mayor. La utilidad es un concepto muy personal, por lo que no puede ser comparada entre individuos o inversores. Asimismo, tampoco se puede sumar entre individuos para obtener un punto de vista social.

El coeficiente de aversión, A , es mayor que cero para un inversor reacio al riesgo. Por lo que un aumento en el riesgo reduce su utilidad. Para un inversor neutral al riesgo, el coeficiente de aversión es cero, y cambios en el riesgo no afectan la utilidad. Para un “busca-riesgo”, el coeficiente de aversión es negativo, por lo que riesgo adicional contribuye a aumentar su utilidad. Por otro lado, un activo libre de riesgo, donde la varianza es cero, genera la misma utilidad para todos los individuos.

2.2. Mercados Eficientes

La idea de mercados eficientes es muy natural y existe desde hace siglos (Shiller, 2000:172). Ha habido numerosos estudios e investigaciones en el campo de los mercados eficientes desde el principio del siglo pasado. Louis Bachelier primero expresó la hipótesis de la eficiencia del mercado en “The Theory of Speculation”. Además, Alfred Cowles realizó grandes aportes durante los años 30 y 40, demostrando el random walk en los movimientos del precio, indicando que inversores profesionales eran incapaces por lo general de superar la performance del mercado (Shleifer, 2000).

La hipótesis de mercado eficiente, como la conocemos hoy, fue desarrollada por Eugene Fama en la Universidad de Chicago en los principios de los sesenta. Su trabajo fue luego apoyado por estudios de Samuelson (1965), quién estableció que los precios del mercado eran la mejor estimación del verdadero valor del activo, entre otros.

2.2.1. Fundamentos básicos

La eficiencia del mercado quiere decir, hasta que punto los precios del mercado reflejan toda la información disponible. Si los precios no reflejan la información en su totalidad, pueden existir oportunidades para obtener ganancias mediante la obtención y el procesamiento de la información.

Gobiernos y reguladores también se preocupan sobre hasta qué punto los precios del mercado reflejan la información. Mercados eficientes implican precios informativos, es decir, precios que reflejan la información disponible sobre los valores fundamentales. Estos precios ayudan a que compañías y proyectos obtienen capital. Si estos precios no reflejan eficientemente la información sobre la compañía, es posible que solos fondos se repartan incorrectamente. Mientras que si los precios reflejan la información disponible de manera completa, los fondos serán destinados a los usos que generen mayor valor. Por lo tanto, precios informativos promueven el crecimiento de la economía.

La teoría detrás de la hipótesis de mercado eficiente (de ahora en más HME) descansa sobre 3 argumentos (Shleifer, 2000:2):

- Se asume que los inversores son racionales, por lo que son capaces de transformar la información disponible, en decisiones racionales y valorar activos racionalmente.
- Algunos inversores son irracionales, pero estas transacciones son completamente aleatorias, por lo que se cancelan entre ellas y no terminan afectando en el precio.
- Algunos inversores son sistemáticamente irracionales, pero hay una mayoría de arbitadores racionales que se encargan de eliminar su influencia sobre los precios.

Los arbitadores son inversores que forman expectativas totalmente racionales sobre posibles retornos, y se los considera “especuladores racionales” (Shleifer and Summers, 1990). De acuerdo con esto, los mercados son supuestamente eficientes, permitiendo competencia perfecta, debido al comportamiento racional de la mayoría de los inversores (Fama, 1970). Estos argumentos descansan sobre suposiciones cada vez más débiles. La primera parece ser bastante teórica, ya que ignora la heterogeneidad entre los inversores. El segundo argumento de la HME considera la naturaleza de los inversores, argumentando que los mercados no son ineficientes debido a la ineficiencia de algunos pocos inversores, ya que estas transacciones son no sistemáticas y por lo tanto se cancelan entre ellas. El contra argumento, es que de manera frecuente, los inversores irracionales actúan de manera sistemática (Barberis y Thaler, 2003). Según el tercer argumento de la HME, los mercados siguen siendo eficientes, a pesar de esta

correlación entre las transacciones de los participantes irracionales, gracias a la racionalidad de los arbitradore.

El tercer argumento de la HME está basada en el Teorema del No Arbitraje, el cual fue introducido por Milton Friedman en 1963. El arbitraje se define como “la compra y venta simultánea del mismo o esencialmente el mismo activo en dos mercados diferentes a precios ventajosamente diferentes (Shleifer, 2000:3). Es decir, que el arbitraje asume la existencia de activos similares en el mercado en términos de futuros flujos de fondos alrededor del mundo, con similares características de riesgos. De este modo, los arbitradore son capaces de realizar transacciones involucrando a estos activos sustitutos y obtener ganancias (Shleifer, 2000). De acuerdo a la HME y a las expectativas racionales, el arbitraje es rápido y efectivo, por lo que el precio de un activo nunca se va a desviar de manera significativa de los valores fundamentales y nunca por un período largo de tiempo, por lo que se consigue eliminar el precio “erróneo”.

En consecuencia, mediante el proceso de arbitraje, los arbitradore racionales alinean el precio de los activos con el de sus valores fundamentales mientras estos activos tengan sustitutos cercanos. Asimismo, los inversore irracionales, quienes compran activos sobrevaluados y venden los subvaluados, pierden dinero en comparación con los inversore racionales, por lo que eventualmente desaparecerán del mercado (Shleifer, 2000).

2.2.2. Base Empírica de la HME

Hay una abundante cantidad de evidencia empírica para la HME y la hipótesis ha sido confirmada por una imponente cantidad de hallazgos (Brealey et al., 2006). Hay dos predicciones empíricas de la HME. Primero, cuando nueva información se hace disponible públicamente, esta es de manera rápida y correcta incorporada en los precios.¹ Segundo, como los precios de los activos deben reflejar los valores fundamentales, los precios deberían solo reaccionar a novedades relacionadas al valor del activo y no a novedades con relación a la demanda u oferta del activo.

¹ En este contexto, rápida significa que nadie debería ser posible de beneficiarse de esta información. Mientras que correcta significa que el ajuste de precios sea preciso en promedio. (Fama, 1970)

El precio de mercado es el precio a el cual un activo puede ser comprado o vendido en determinado momento. El valor intrínseco es el valor que le darían los inversores si ellos tuvieran un completo entendimiento de las características del activo.

Si los inversores creen que el mercado es altamente eficiente, usualmente aceptarán que los precios del mercado, reflejan de manera precisa el valor intrínseco. Discrepancias entre estos dos valores son la base para obtener ganancias a partir de “inversión activa”. Por inversión activa, se entiende una estrategia que busca conseguir retornos ajustados al riesgo superiores a los que ofrece el mercado, mediante la toma de ciertas decisiones. Por otro lado, se denomina, “inversión pasiva”, a la estrategia de comprar y mantener el portafolio del mercado. Por otro lado, si los inversores creen que el un mercado es relativamente ineficiente, pueden intentar desarrollar una estimación del valor intrínseco de manera independiente. Esto es todo un desafío, ya que existen muchos modelos destinados a estos, pero todos requieren un cierto grado de juicio con relación al tamaño, el timing y los riesgos de los futuros flujos de fondos asociados al activo siendo analizado. Estas complejidades y las estimaciones del valor de mercado de un activo, se ven reflejadas diariamente en los mercados mediante la compra y venta de activos.

2.2.3. Tipos de Eficiencia de Mercado

Eugene Fama desarrolló un marco de referencia para describir el grado de eficiencia de los mercados. En su HME, los mercados son eficientes cuando los precios reflejan toda la información relevante en cualquier punto en el tiempo.

En su marco de referencia, Fama define 3 formas de eficiencia: débil, semi-fuerte, y fuerte. Cada forma está definida con respecto a la información disponible que esta reflejada en el precio.

HME-débil: los activos reflejan completamente toda información del pasado, lo que hace referencia a todos los precios históricos y volúmenes de transacciones. Si los mercados tuviesen eficiencia “débil”, la información del pasado ya está reflejada en los precios actuales y los inversores no pueden predecir cambios futuros en el precio mediante extrapolación o patrones de precios del pasado.

HME-semi-fuerte: los precios reflejan toda la información pública conocida. Esta información incluye datos de estados financieros y datos de mercados financieros. Por esta razón, si un mercado es de eficiencia “semi-fuerte”, entonces también debe ser de eficiencia “débil”. Un mercado que de manera rápida incorpora toda la información pública disponible en sus precios es un mercado de eficiencia semi-fuerte. En este tipo de mercado, analizar la información pública disponible no tiene sentido, debido a que los

precios ya incorporan esta información. Los resultados obtenidos a través de numerosos estudios son consistentes con la opinión de que los mercados de capitales de países desarrollados serían de eficiencia semi-fuerte. Pero cierta evidencia sugiere que los mercados de países en vías de desarrollo podrían no ser de eficiencia semi-fuerte.

HME-fuerte: los precios reflejan tanto información pública como privada. Por esta razón, se considera que es imposible obtener un retorno superior al del mercado mediante la utilización de información privada, todavía no publicada. Esto ocurre debido a que la información es rápidamente conocida por el pública y es incorporada en el precio. En este tipo de mercado, hay inversores con suerte y otros sin tanta suerte, pero nunca habrá una estrategia de inversión que le gane de manera consistente al mercado.

En 1965 Fama descubrió que los precios siguen un “random walk”, concluyendo que la mejor forma de predecir los precios de mañana, es con los precios de hoy. La hipótesis del “random walk” establece que los precios futuros no pueden ser predecidos por extrapolación de precios pasados, siendo entonces los precios futuros aleatorios e independientes entre sí. Por esta razón, es imposible que alguien le gane al mercado por un período substancial de tiempo, sin asumir riesgo adicional. Esto está de acuerdo con la teoría de mercado débil. Años más tarde, en 1969, Fama indago sobre el efecto de noticias sobre importantes eventos corporativos. Los resultados de sus estudios fueron consistentes con la teoría de un mercado semi-fuerte.

2.3. Teoría de las Finanzas Conductuales

Las finanzas conductuales consisten en un nuevo paradigma que surgió en los últimos cuarenta años, en consecuencia a las dificultades que presentaba el marco de referencia tradicional para explicar ciertas dinámicas de los mercados. De acuerdo a esta teoría conductual, los mercados financieros se ven influenciados por el comportamiento humano, y algunos fenómenos financieros pueden ser explicados de mejor manera si se relaja la suposición de la racionalidad del individuo. (Barberis y Thaler, 2002).

La noción de la intervención humano en la economía existe desde el trabajo de Adam Smith en el siglo XVIII. Sin embargo, no fue hasta fines de los ochenta que las finanzas conductuales comenzaron a ser más aceptadas en el ámbito académico, principalmente debido a anomalías que no podían ser explicadas por la hipótesis de los mercados eficientes. (Malkiel, 2003). Las finanzas conductuales es una disciplina que busca explicar las fluctuaciones en los mercados financieros aplicando evidencia que proviene de la psicología y la sociología, a los problemas económicos. Esto resulta de aplicar modelos del comportamiento humano que clarifican la habilidad de un inversor para procesar

información, tomar decisiones y desarrollar expectativas. Esta disciplina, se basa en la noción de una racionalidad limitada y hace foco en el comportamiento observado.

De acuerdo con la noción de racionalidad limitada, las personas no son capaces de contemplar en su totalidad la posibilidad de sus acciones futuras. En su lugar, el proceso de toma de decisiones es influenciado por la atención de la persona, su memoria, su tiempo, la influencia social, hábitos, emociones y complejidad de la tarea. (De Bondt, 2003). De esta manera, es posible que algunos inversores en algún período de tiempo realicen transacciones que no están basadas en información, sino en ruido.

La finanza conductual descansa sobre dos pilares básicos: los límites del arbitraje y la psicología del inversor. (Shleifer y Summers, 1990). Estos dos pilares juntos implican que cambios en la psicología del inversor no son totalmente contemplados por los arbitradores, afectando entonces los retornos y los precios.

3. EL MERCADO DEL PETROLEO

Esta sección introduce y analiza las características básicas del petróleo crudo, su demanda y oferta así también como el desarrollo de su precio a lo largo de la historia. Asimismo, se realiza una visión a futuro estimando los parámetros de este mercado según lo que esperan las organizaciones involucradas en la industria.

El capítulo comienza introduciendo distintos tipos de crudo y sus principales características. Luego se continúa con el análisis de la oferta y demanda del petróleo, seguido por un análisis de los factores económicos y geopolíticos de mayor influencia. Por último, se estudia los movimientos del precio del barril de petróleo, en dos contextos: uno histórico y uno más reciente. Esta separación nos va a permitir tener una visión más clara y poder entender mejor, que fue lo que sucedió en la reciente caída brusca del precio del barril.

3.1. El Crudo

Este capítulo, comienza definiendo el crudo del petróleo, a características básicas y los distintos tipos presentes en el mercado. También se discute en esta parte, la calidad del petróleo, la cual puede variar y es también un factor determinante a la hora de analizar las variaciones en los principales parámetros del mercado. Hay ciertos tipos de petróleo de alta calidad que están concentrados solo en ciertas áreas geográficas específicas, lo que puede poner presión sobre el precio del barril.

El crudo, es un recurso natural no renovable que consiste principalmente de hidrocarburos y una mezcla de diversos componentes en distintas proporciones.

La calidad del petróleo es determinada por la medida de su densidad, también conocida como gravedad API que distingue entre petróleo liviano y pesado. El petróleo pesado es menos atractivo ya que requiere un proceso de refinado más lento y complicado, mientras que el petróleo liviano produce un mayor porcentaje de gasolina. La calidad del petróleo también puede ser determinada por su acidez. Esto hace referencia al porcentaje de sulfuro en el petróleo y distingue entre clase dulce y clase agria. Se lo considera dulce si contiene un bajo porcentaje de sulfuro y agrio en el caso contrario. El petróleo dulce es más deseable ya que es mejor satisfaciendo los requerimientos medioambientales y requiere menos refinado para lograr los estándares de sulfuro impuestos sobre el petróleo.

El precio del petróleo se basa en un spread con respecto a uno de los precios benchmark (West Texas Intermediate, North Sea Brent Blend, Dubai, etc). Estos benchmark distinguen entre petróleos que fluyen de diferentes regiones geográficas.

Precio del Crudo

WTI es el precio benchmark para crudo liviano y dulce, extraído y refinado en los Estados Unidos y en la costa del Golfo de México; es transado en el New York Mercantile Exchange (NYMEX).

Brent es el precio benchmark utilizado par crudos provenientes del Mar Norte, que proveen al noroeste de Europa, donde suele ser refinado. Es transado en el Intercontinental Exchange (ICE), en Londres. Debido a que el Brent incluye a dos tercios del crudo transado internacionalmente, que fluye hacia el oeste de Europa, África, y Medio Oriente, es usualmente considerado como el benchmark mundial.

Tanto el WTI como el Brent son de muy alta calidad, ambos de crudo liviano y dulce. Sin embargo, el precio del WTI es mayor al del Brent, debido a que el primero resulta en un poco más de gasolina y menos de crudo para calefacción.

La canasta OPEC es un precio benchmark construido a partir del precio de 7 diferentes tipos de crudo, extraídos y refinados por miembros del OPEC. Su calidad es levemente inferior a la del WTI o Brent, debido a que es más pesado y agrio. Dubai es el precio benchmark para el crudo de Medio Oriente que fluye hacia Asia, mientras que Tapis es utilizado para crudos livianos y dulces provenientes de Asia.

3.1.1. Oferta y Demanda del Crudo

El Crudo es un recurso escaso, lo que significa, que cada barril consumido tardará millones de años es recrearse. Por el otro lado, la demanda por este recurso ha ido incrementando, especialmente es países en desarrollo como India, China, Rusia y Brasil (BRICKS). La duración de la oferta de crudo es una incertidumbre a nivel mundial, por esta razón es que lo pronósticos tanto de oferta como de demanda futura tienen una gran influencia en el precio del crudo actual. Por otro lado, el desarrollo de energía renovables, es otro factor importante a tener en cuenta. Ya que estas representan una oferta alternativa que disminuye la necesidad del crudo, y por ende su precio.

3.1.2. La Demanda

La demanda del crudo es una composición de la demanda actual, la acumulación como inventario y movimientos especulativos. La demanda del crudo ha ido incrementando a nivel global desde la Segunda Guerra Mundial, en consecuencia al incremento de la actividad económica, el desarrollo industrial y el progreso de los estándares de vida.

Asimismo, la demanda por insumos relacionados a la movilidad se ha incrementado dramáticamente debido a la globalización. Mediante el análisis del PBI, podemos ver

como cuando este aumenta, también lo hace la demanda por energía y transporte. Esto se debe a que el PBI refleja la actividad económica, y la Energía es el motor de las economías industrializadas.

En los últimos años, un factor clave del crecimiento de la demanda, ha sido el desarrollo de los BRICKS. En estos países la demanda de crudo ha crecido considerablemente, debido a su crecimiento económico, abarcando estos aproximadamente dos tercios del crecimiento promedio anual de consumo.

Analizando como reacciona la demanda frente a cambios en el precio del crudo, podemos deducir que la demanda de crudo es relativamente inelástica. Ya que solo importantes aumentos de precio, ocasionarían un descenso considerable de la demanda. Por esta razón es que la demanda fue creciente durante períodos donde el crudo llegó a precios muy altos.

3.1.3. La Oferta

La oferta de crudo es determinada por los yacimientos de crudo verificados, su tasa de crecimientos y las estimaciones de los yacimientos tanto no descubiertos, como no convencionales. (Banks, 1980).

La tasa de crecimiento, es un indicador del desarrollo de los métodos de extracción del crudo encontrado. Esta tasa es determinada por los avances tecnológicos que facilitan la extracción del crudo y permiten aumentar la eficiencia de este proceso.

Los yacimientos no descubiertos son estimaciones de la crudo que falta ser encontrado, mientras que los yacimientos no convencionales, como su nombre lo indica, requieren métodos no convencionales para su extracción. Es de esperar, que los yacimientos no convencionales, se vuelvan convencionales, con la ayuda de avances tecnológicos en el corto plazo.

De acuerdo al BP Review del año 2016 la actual estimación de las reservas de petróleo indican que hay suficiente como para satisfacer la demanda mundial por los próximos 50,7 años². Estas estimaciones se han mantenido sin cambios desde principios de los 80.

De acuerdo a la teoría de Hubbert Peak, hay un punto en la historia en la cual la producción de petróleo debe llegar a su punto máximo. Esta teoría fue desarrollada por

² Estimaciones basadas en producción actual, excluyendo la posibilidad de encontrar nuevos reservorios.

Precio del Crudo

M. King Hubbert en 1956 para estimar el pico de la producción de petróleo en los Estados Unidos. Como el petróleo es un recurso natural finito, este se acabará eventualmente, por lo que luego de alcanzar un pico de producción, su tasa de producción disminuirá de manera terminal. Siguiendo estas teorías, la producción de petróleo esta condicionada a seguir una curva tipo campana bastante simétrica, basada en los límites de explotación y presiones del mercado.

Según los expertos, las reservas ya tuvieron su pico en 1980 y están ahora en la etapa de decrecimiento.³

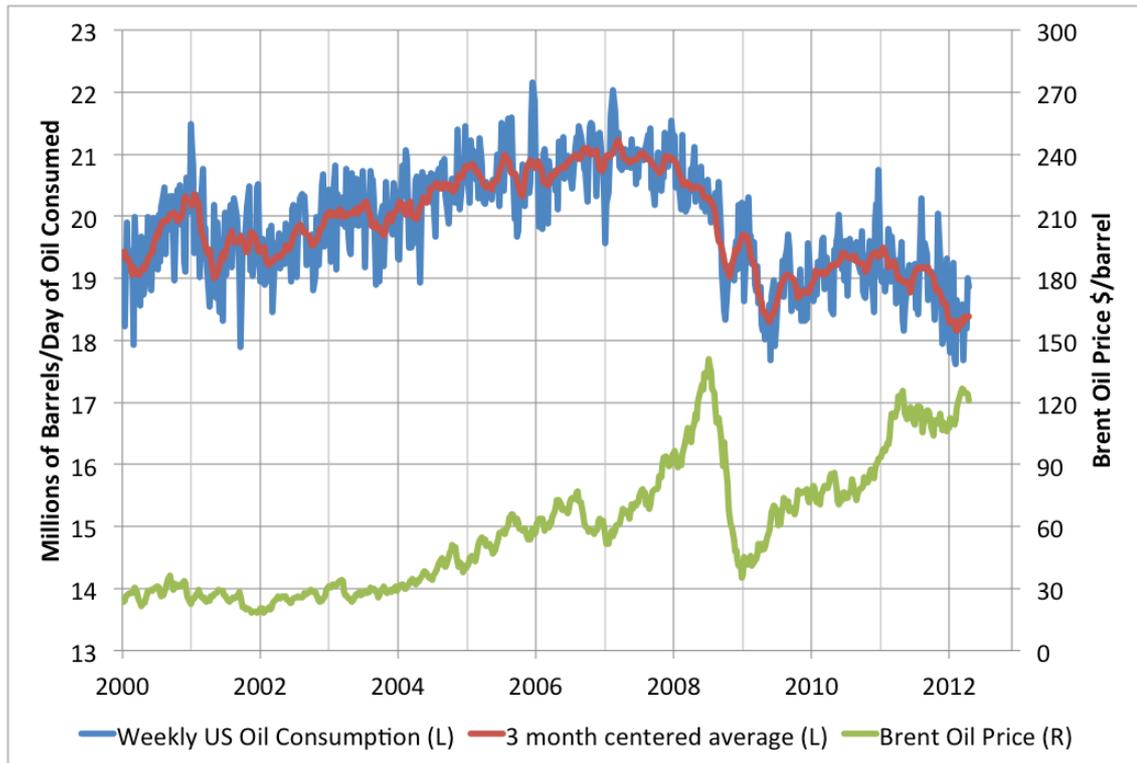


Figura 14 Relación precio del crudo Brent con el consumo semanal de petróleo en Estados Unidos del 2000 al 2012

³ El pico se caracterizó por la producción superando los nuevos descubrimientos.

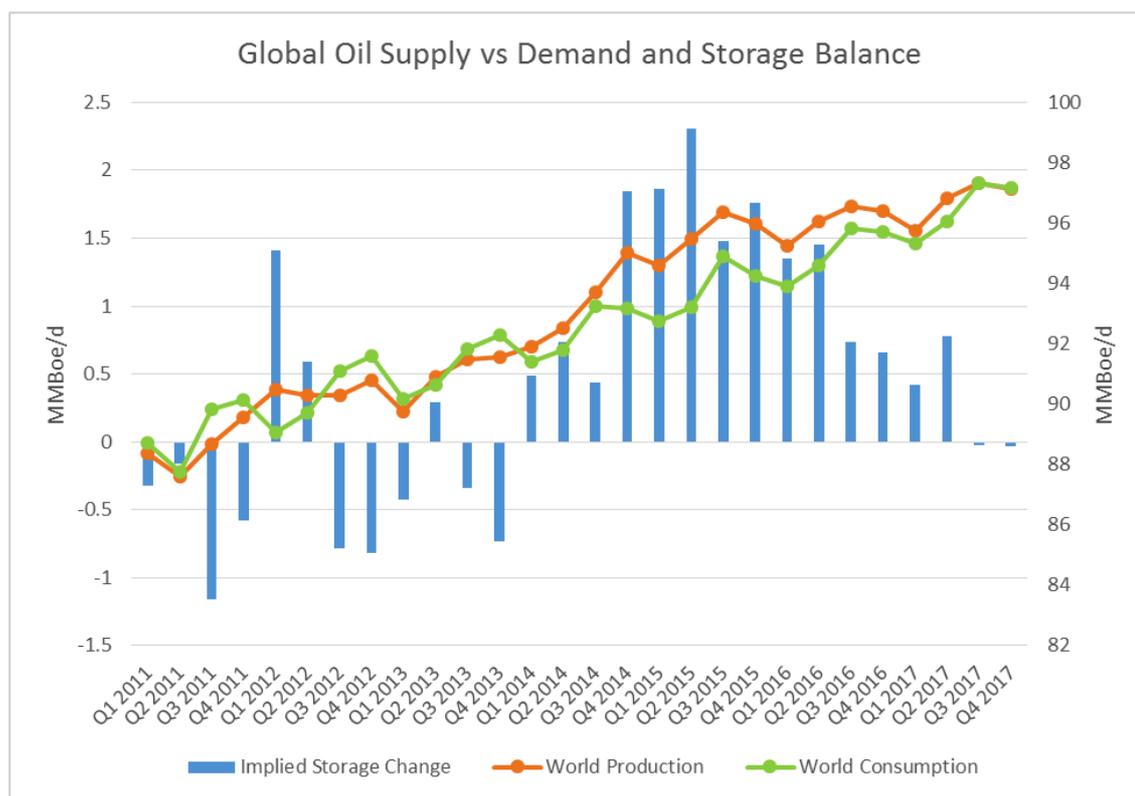


Figura 15 Relacion cambios de inventarios cuatrimestrales con producción y consumo del petróleo entre 2011 y 2017

La influencia política en la oferta de petróleo deriva del hecho de que la concentración de las reservas no esta equitativamente distribuida entre los países productores.⁴

Como se establece en el BP Review (2015) el Medio Oriente es la región con mayor concentración de reservorios, con un 61% de las reservas mundiales, estando 21.3% de estas en Arabia Saudita. Por esta razón, la mayor capacidad de producción disponible se encuentra en esta región. Asimismo, la alta concentración de la producción, stock y acceso a capacidad en una sola región hacen que la oferta sea vulnerable a situaciones económicas y geopolíticas de la región en cuestión. Esto es de particular importancia ya que la región de importancia es el Medio Oriente, la cual históricamente ha sido conocida por ser una región políticamente turbulenta.

3.2. Desarrollo del Precio del Petróleo

Esta sección presenta un análisis del desarrollo del precio del petróleo en 2 períodos, el histórico y el reciente. Se hará foco en los tiempos posteriores a la Segunda Guerra Mundial, debido al incremento del uso y de la dependencia por parte de la comunidad.

⁴ Ver en apéndice

Precio del Crudo

Fue a partir de este momento que el crudo comenzó a tener un rol importante en la economía y política global.

3.2.1. Desarrollo Histórico del Precio del Petróleo

Desde los 1870 el precio del petróleo se mantuvo estable por casi cien años, donde el promedio del precio del barril fue de 18 USD. Durante este período, solo hubo algunos shocks que ocasionaron movimientos positivos del precio, principalmente debido a falta de oferta de crudo. Por ejemplo, durante el invierno de 1919-1920, seguido por la crisis de 1929 y finalmente el boom de consumo luego de la Segunda Guerra Mundial en 1947. Todos estos eventos causaron que la oferta quede muy por debajo de la demanda, ocasionando un aumento de precio.

En general, la demanda global de petróleo había incrementado después de la Segunda Guerra, pero luego del shock inicial en 1947, los precios se mantuvieron estables por los siguientes 25 años, con un promedio de 14 USD/bbl. La razón de esta estabilidad en los precios fue el constante incremento en la oferta, teniendo en cuenta que la producción se duplicó luego de la guerra. En el período post guerra, diversos eventos económicos y políticos generaron cambios bruscos que cambiaron el mundo del petróleo. Primero, se formó la OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) por 5 miembros fundadores: Irán, Iraq, Kuwait, Arabia Saudita y Venezuela. Organización a la cual se sumaron a fines de 1971: Qatar, Indonesia, Libia, Emiratos Árabes Unidos, Argelia y Nigeria. Esta unión será responsable en años siguientes de más del 50% de las reservas mundiales de petróleo.

La primer gran crisis del petróleo tuvo lugar en los años 1973/74, cuando el precio del barril se cuadruplicó: de 15,50 a 49 USD/bbl. La crisis fue causa de un embargo impuesto por la OPEC en los países occidentales como una retribución por su apoyo a Israel en la Guerra de Yom Kipur. El embargo consistió en una reducción de la oferta en 4 millones de barriles por día, lo que representaba un 7% de la producción libre de crudo en aquel momento.

El efecto agregado el embargo en los precios fue sustancial, ya que el precio nunca volvió a su valor previo al embargo. Asimismo, le demostró al mundo el poder de la OPEC para influenciar los precios del petróleo. Por otro lado, se establecieron proyectos y fondos para sobrellevar la situación post crisis, como el proyecto de independencia energética de los Estados Unidos y un fondo del FMI (Fondo Monetario Internacional) para proveer prestamos a las naciones que habían sido severamente afectadas por la crisis.

En 1974 la OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) fundó la Agencia de Energía Internacional (IEA), con el objetivo de prevenir interrupciones en la oferta del petróleo y para que actúe como fuente de información estadística sobre el mercado internacional del petróleo y otros sectores energéticos. Por otro lado, el gobierno de los Estados Unidos impuso control sobre los precios de crudo doméstico en un intento de minimizar el impacto de la crisis de 1973/74. Por esta razón, los consumidores de los EEUU conseguían el petróleo mucho más barato que el resto del mundo. Controles sobre precios consiguieron moderar la recesión en los EEUU en el corto plazo, afectando también la capacidad futura de exploración y producción. Se cree que sin estos controles de precios, la exploración y producción en los EEUU hubiera sido mucho mayor. Asimismo, se cree que altos precios del petróleo hubieran resultado en menores tasas de consumo, promoviendo así el desarrollo de autos más eficientes en el consumo de combustible, mejores equipos de calefacción para casas y mejores en la eficiencia energética industrial.

La segunda gran crisis del petróleo llegó en enero de 1979, cuando el precio del crudo escaló hasta 93 USD/bbl. El incremento de precio se debió a una caída dramática en la oferta de petróleo causada por una disputa política entre Irán e Iraq. Primero, la revolución de Irán en 1979 causó una pérdida de 2.5 MMBPD. Sin embargo, muchos expertos creen que este impacto se podría haber contenido, sino fuese por la invasión Iraní en septiembre de 1980. La invasión, resultó con una caída combinada entre los dos países de 6.5 MMBPD. Consecuentemente, la producción mundial de petróleo había caído un 10% comparado al año anterior. El efecto de esta segunda crisis fue devastador, incrementando el precio del barril un 211% entre 1978 y 1980. Este aumento de precio benefició de manera importante a los miembros de la OPEC.

El principal resultado de las crisis en los EEUU fue el principio de la desregulación de los precios. Además el ahorro de energía se convirtió en un tema de preocupación pública y la atención se desvió inevitablemente a otras fuentes de energía alternativa, como la solar.

En Europa la reacción a las crisis fue similar, convirtiéndose el ahorro de energía en un tema de importancia pública. Los fabricantes de autos dirigieron sus esfuerzos hacia la fabricación de autos más eficientes en el consumo de combustible. Por otro lado, productores no pertenecientes a la OPEC comenzaron la exploración y extracción en Alaska, Méjico, y el Mar del Norte. Como resultado, la producción de países no-OPEC aumentó en 10 MMBPD entre 1980 y 1986.

El efecto de la crisis en Irán e Iraq tuvo daños permanente. Hasta el día de hoy la capacidad de producción de Irán todavía no se ha recuperado, alcanzando hoy recién dos tercios de la producción pre-revolución. La producción de Iraq por su parte, tuvo

Precio del Crudo

una mejor recuperación, sin embargo, sigue están 1.5MMBPD detrás de su punto más alto, previo a la guerra.

La suba de precios combinada con la recesión mundial, ocasionó una caída en la demanda de petróleo, provocando una caída de su precio. Entre 1980 y 1986 el barril cayó de 93 a 27.33 USD, a pesar de que la OPEC intentó, sin éxito, controlar los precios limitando la producción.

En 1990, los precios volvieron a subir como consecuencia del conflicto entre Iraq y Kuwait, que desencadenó la Guerra del Golfo. La amenaza de Saddam Hussein's sobre los campos de crudo sumó inestabilidad a los precios. A medida que las fuerzas armadas comenzaron la liberación de Kuwait, los precios del barril experimentaron una moderada caída que no tuvo una larga duración, principalmente debido a la fuerte economía de los EEUU y de la expansión de la región Asia-Pacífico. Esta expansión se vio reflejada en un aumento de consumo de petróleo de 6.2 MMBPD, siendo 5.9 MMBPD consumidos por Asia. Por esta razón, la subida de los precios se vio frenada cuando en 1997-8 la economía Asiática tuvo su crisis. A esta crisis, se le sumó el hecho de que la OPEC aumentó la producción en un 10%, lo que ocasionó que el precio del petróleo se desplomara hasta 16.60 USD/bbl, el precio real más bajo desde 1973. En consecuencia, la OPEC redujo drásticamente la producción y para 1999 el precio llegó a casi 25 USD/bbl.

Durante el año 2000 la subida de los precios continuó debido al crecimiento de la economía global, hasta terminar a fines de 2001 debido al incremento de la producción Rusa y al atentado sobre las torres gemelas. Estos eventos ocasionaron una caída del 35% del precio spot del WTI.

Desde fines de 2002, el precio del barril comenzó una escalada que alcanzó niveles record. A fines de Diciembre del 2002 el precio llegó a 32,5 USD/bbl y superó los 40 USD/bbl durante el 2004, llegando a 57,90 USD/bbl a principios de 2005. En ese mismo año, una serie de eventos llevaron al precio a superar los 75 USD/bbl a mediados del 2006. Durante le 2007, el precio experimento una leve caída pero luego rebotó hasta llegar a 99,29 USD/bbl a fin de ese año. Durante el 2008, el precio del barril tuvo una gran volatilidad, llegando a su máximo histórico de 147.02 USD/bbl el 11 de Julio. Y desde ahí cayendo hasta debajo de los 70 USD/bbl en octubre del mismo año.

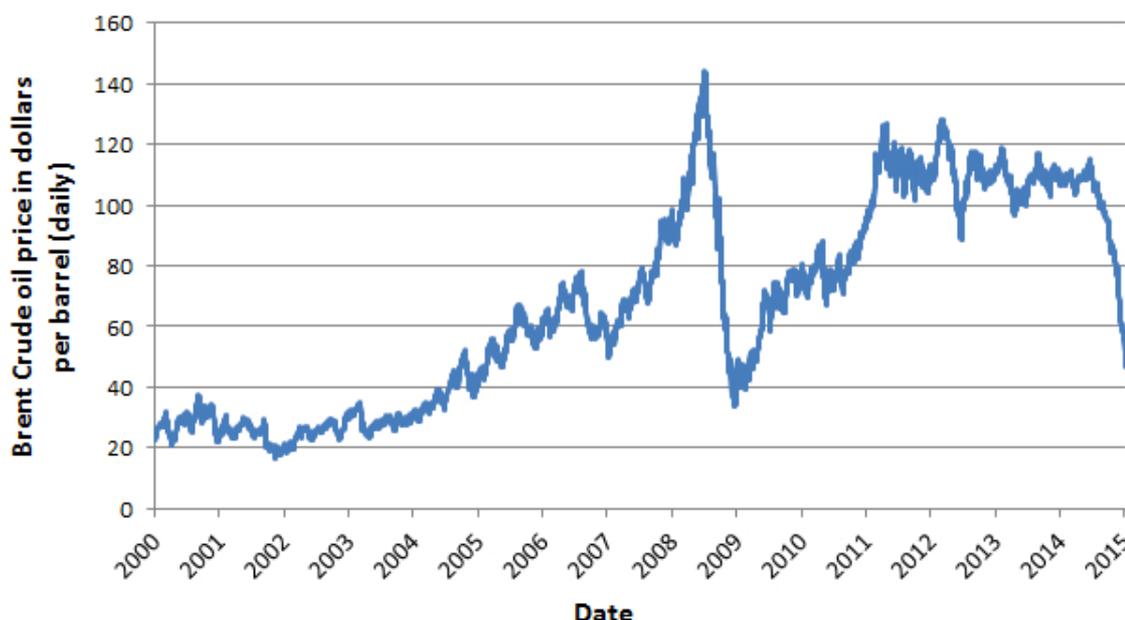


Figura 16 Precio del Crudo Brent en dólares diario entre 2011 y 2015

La escalada inicial en el 2003 fue generada por la inestabilidad política de la OPEC. Por un lado, Venezuela tuvo ciertos problemas con su producción como consecuencia de manifestaciones durante enero. Asimismo, la constante amenaza de los EEUU sobre Iraq puso una presión extra sobre los precios. En marzo, cuando sucedió la invasión de EEUU en Iraq, la producción en este último cayó abruptamente y el precio subió un 19% con respecto al precio promedio del 2002.

Nigeria también sufrió de problemas políticos y eventos violentos entre distintos grupos étnicos que ocasionaron que 3 de los principales productores de petróleo cerraran sus operaciones, lo que resultó en un 40% de caída en la producción del país.

Al mismo tiempo, la situación económica mundial estaba mejorando y la demanda de petróleo creciendo de manera constante, especialmente en el este de Asia. Esta demanda creciente, en conjunto con la caída de producción en Iraq, Venezuela y Nigeria fueron las causas principales de la trepada del precio en el 2003. Disputas políticas en Arabia Saudita, el mayor productor, mundial, también contribuyeron a esta subida. Estas tensiones fueron evidentes en el comportamiento del precio del barril, ya que en Mayo el precio llegó a 42.33 USD/bbl, el máximo en aproximadamente 20 años.

En un esfuerzo para regular la subida del precio, la OPEC decidió incrementar la producción. Sin embargo, esto tuvo un efecto trivial en el precio, ya que por diversos incidentes la producción de países no miembros de la OPEC se había visto afectada. El gobierno Ruso congelando las cuentas de Yukos, uno de los productores rusos más importantes; el huracán Iban afectando ocasionando una caída del 61% en la región del Golfo de México durante el mes de septiembre y con consecuencias que culminaron con

Precio del Crudo

una caída de aproximadamente un 7% de la producción anual de la región. Teniendo como consecuencia una subida importante del precio del WTI.

A principios del 2005, el precio experimentó una leve recaída que pudo haber sido ocasionada por el hecho de que Nigeria volvió a producir normalmente luego de su disputa que tuvo aproximadamente un año de duración. Asimismo, British Petroleum (BP) lanzó su primera producción de crudo comercial del mar Caspio. Esta caída fue corta, ya que en Marzo del mismo año, el precio resurgió y alcanzó los 58.28 USD/bbl a mediados de Abril. Esta subida fue principalmente ocasionada por las preocupaciones de un dólar débil, derivando en que el precio supere la barrera de los 60 USD/bbl.

Durante el verano del 2005 el precio siguió escalando pronunciadamente debido a las paradas de producción ocasionadas por los desastres naturales en el Golfo de México. La tormenta tropical Cindy, y los huracanes Dennis, Emily y Katrina causaron daños severos a las instalaciones de la región. El impacto total en la producción y en las refinerías llevó al precio del crudo hasta 65,67 USD/bbl.

Como respuesta a los huracanes, el gobierno de EEUU liberó 30 millones de barriles de crudo del SRP. Y a esto se le sumaron otros 30 millones de barriles del stock comercial del IEA. Sin embargo, poco tiempo después, el Huracán Rita volvió a impactar a la costa del Golfo, dañando nuevamente las refinerías de la zona. Estos efectos tuvieron efecto hasta el 2016.

Al mismo tiempo, la producción Europea se enfrentó a dificultades ocasionadas por paros laborales en la refinería más grande de Francia. Este tipo de manifestaciones también se hicieron presentes en Holanda y Nigeria, mientras que la inestabilidad política volvía a estar presente en el Medio Oriente. Este conjunto de situaciones pusieron una mayor presión sobre el precio del petróleo. La combinación de aumento de demanda global y débil oferta ocasionaron el alto precio del barril en el 2006. Asimismo durante la primer mitad de este año, la OPEC mantuvo fijos sus niveles de producción, atribuyendo el alto precio a la falta de capacidad global y no a la falta de producción de sus miembros.

Durante la primer mitad del 2007, el precio estuvo relativamente estable, oscilando alrededor de 60 USD/bbl. Sin embargo, a mediados de Octubre, el WTI cotizó a 90.02 USD/bbl, el mayor precio en más de 100 años. Este pico se le atribuyó principalmente a la combinación de disputas políticas en Nigeria y Turquía así también como a la disrupción de 6 oleoductos por grupos de izquierda en México y una disrupción accidental de un oleoducto en el Mar Norte. Durante el resto del año el precio siguió rompiendo records.

En el 2008 el precio volvió a alcanzar un nuevo record, el 2 de enero abrió a un precio mayor a 100 USD/bbl, específicamente por tensiones políticas en el año nuevo en Nigeria y por especulaciones pesimistas sobre un aumento del desempleo. A mediados de Marzo, se alcanzó un nuevo máximo de 110,20 USD/bbl, representando el sexto record en 7 días. Continuando con la tendencia, el precio record se volvió a superar a mediados de Abril alcanzando los 110 USD/bbl. Esta nueva escalada fue atribuida esencialmente a la tensión política entre EEUU e Irán, específicamente cuando se conoció la noticia de disparos desde barcos americanos hacia botes Iraquíes.

De ahí en adelante, el precio continuo con su escalada de manera agresiva, superando la marca de 130-135 USD/bbl en menos de 24hs. El 6 de Junio el precio subió 11 USD en un solo día, convirtiéndose en el mayor aumento diario de la historia y para fin de mes el precio alcanzo los 141,71 USD. El principal motivo de esta subida fue la inestabilidad política en el Medio Oriente, más específicamente la posibilidad de un ataque Israelí sobre Irán.

El último record alcanzado hasta el momento tanto en NYMEX como en ICE fue durante Julio 2008, cuando el London Brent Crude alcanzo los 147.02 USD/bbl. Este pico ocurrió luego de una fuerte tensión entre los EEUU e Irán, generando el miedo de que la OPEC podría llegar a bloquear “The Strait of Hormuz”, el pasaje responsable por el 40% de los cargueros mundiales.

Desde ese 11 de Julio, el precio del barril ha estado bajando. Esto ocurrió principalmente debido a la importante caída en la demanda, como resultado de las expectativas de altos precios, establecidas por el Chairman de la Reserva Federal, Ben Bernanke. Asimismo, la crisis del crédito y la menor tensión entre EEUU e Irán, contribuyeron a esta caída del precio.

Para fines de Julio, el precio cayó a 128 USD/bbl y para fines de septiembre cayó debajo de los 100 USD/bbl. El precio continuó su caída hasta 92 USD/bbl luego de la quiebra de Lehman Brothers.

Para mediados de Octubre, el precio ya había caído debajo de los 70 USD/bbl. Esto representaba una caída del 53% desde el último pico del 11 de Julio, solo 3 meses antes. Una de las principales razones de esta caída, era la preocupación de la efectividad del programa de salvataje de los bancos en EEUU. Por otro lado, un dólar fuerte y la esperada disminución de la demanda en Europa también contribuyeron a esta caída.

3.3. Análisis

En los últimos 50 años la demanda de petróleo se ha incrementado de manera importante, principalmente por el crecimiento económico, la industrialización y la globalización. Últimamente, el aumento de demanda provino especialmente de mercados emergentes como China e India. Esta demanda se espera que continúe creciendo, pero a una tasa más moderada. La demanda de crudo también incrementó durante los últimos 50 años, pero su incremento fue en una magnitud menor que la demanda. Además, el hecho de que una gran parte de la producción se encuentra concentrada en el Medio Oriente, le da el poder a la OPEC para influenciar los precios, simplemente ajustando volúmenes. Esto convierte al mercado de la oferta del petróleo un oligopolio, dominado por unos pocos vendedores.

La combinación de estos factores crea un mercado para el petróleo, que se caracteriza por competencia imperfecta y concentración de proveedores. Como el precio del crudo es sensible a cambios en la oferta y la demanda, las cuales están a su vez influenciadas por factores económicos y geopolíticos tanto en los países productores como consumidores, esto pone una presión extra sobre la cotización del barril.

Por otro lado, está la teoría de que debido a las reservas finitas de crudo en el planeta, inevitablemente el precio del barril tendrá un pico a medida que estas reservas se acaben. Sin embargo, las innovaciones en tecnologías de descubrimiento y exploración de crudo han ido modificando el entendimiento sobre las reservas totales en el mundo.

A lo largo de la historia, hubo 4 eventos trascendentales que tuvieron un fuerte impacto en el precio del petróleo. Primero, la crisis de 1973, como resultado del embargo de crudo de los países del oeste, debido a su apoyo a Israel en la Guerra de Yom Kipur. Luego, ocurrió la crisis de 1979/80, impulsada por la invasión iraní en Irán. El tercer evento de importancia fue la guerra del Golfo en 1990, cuando Iraq invadió a Kuwait. Y el último y más reciente, fue la invasión de los EEUU a Iraq en el año 2003.

Durante estos períodos previamente mencionados, el precio del barril subió dramáticamente y no volvió a sus niveles originales, es decir, a su precio previo al shock que ocasionó el aumento, por lo menos en los primeros 3 eventos. El cuarto y último evento presentó algunas características distintivas. En este, la subida del precio fue más gradual y la demanda siempre siguió en aumento, a pesar de los mayores precios. Además la volatilidad de la cotización del barril creció enormemente, como se puede ver al apreciar los precios en Octubre del 2008, donde en la primer mitad del año el precio creció un 63%, y tres meses estaba un 53% por debajo de ese pico. En consecuencia, uno se debe preguntar si existen factores, más allá de la oferta, la

demanda y los factores económicos y políticos, que contribuyan a las alteraciones de la cotización del barril de crudo.

Los períodos de precios altos, pueden tener un impacto positivo a la hora de incentivar inversiones en nuevas tecnologías para así aumentar la eficiencia de la explotación y la refinería. Estas inversiones son necesarias para garantizar una oferta continua en el largo plazo. Sin embargo, estas inversiones crean periodos de exceso de oferta lo cual resulta en una caída del precio del barril en el largo plazo. Por lo cual es un ciclo que debe ser debidamente analizado.

Los factores que pueden alterar la demanda de petróleo son las alternativas tanto en fuentes de energía como en los medios de transporte. Si bien estas alternativas hoy en día ya existen, muchas de ellas todavía no han logrado la accesibilidad, eficiencia, y/o desarrollo necesarios.

3.4. Fundamentos Básicos del precio del barril

Este capítulo realiza un análisis basado en los **fundamentos básicos (de ahora en adelante, fundamentals)**, del mercado según la teoría de la eficiencia. En mercados eficientes, cuando se dice que el precio del barril refleja los fundamentals, el desempeño de la cotización se explica por cambios en factores actuales y futuros relacionados a la oferta y la demanda. El capítulo luego continúa con el análisis desde el punto de vista del comportamiento humano. Las anomalías que ocurrieron en el mercado durante los últimos 15 años desafían la eficiencia del mismo por lo que deben ser analizadas para intentar predecir burbujas especulativas. En la antesala de una burbuja, el movimiento del precio deja de estar influenciado solamente por factores relacionados a la oferta y la demanda, y pasa a ser influenciado también por el comportamiento y las actividades en el mercado de futuros de petróleo. El capítulo finaliza analizando, cómo las teorías de finanzas del comportamiento pueden contribuir para explicar los distintos eventos y el desarrollo del precio del barril de petróleo.

3.4.1. Dinámica del Precio según Fundamentals del Mercado

Como ya se ha mencionado en esta obra, la hipótesis de mercado eficiente sugiere que los precios que se observan en el mercado, reflejan de manera completa toda la información pública disponible. Con respecto a mercados futuros de commodities, la hipótesis establece que precios futuros del petróleo incorporan toda la información pública disponible que afecta a los valores spot futuros. Por lo tanto, el determinante del precio del barril, en un mercado eficiente, son los factores presentes y futuros de oferta

y demanda, como así también sus posibles variaciones. Esto se suele conocer como el “Fundamental Approach”.

Un método tradicional de modelar el precio del petróleo, basado en factores fundamentales, es el “Inventory Model Approach”. Los inventarios de crudo reflejan la interacción entre la oferta y la demanda, de esta manera ayudando a entender el precio del barril. El nivel de inventario se considera como una medida del balance o desbalance entre la oferta y la demanda, por lo que reflejan cambios en la presión sobre el precio del crudo y son un buen indicador sobre posibles variaciones de precio en el corto plazo. Además, estudios han demostrado que el precio del petróleo parece reaccionar más a cambios en inventario que a cambios en producción.

3.4.2. Modelo de Inventarios

Pindyck en 1994 desarrollo un modelo de inventarios que buscaba capturar los shocks de la oferta y la demanda y su efecto en los precios del commodity. Este modelo se utilizo en una gran cantidad de commodities no solo en el el petróleo.

Las fluctuaciones en la demanda de commodities crea la necesidad de inventarios para permitirle a los productores reducir los costos de ajustar la producción a cambios repentinos en la demanda y también reducir costos de marketing reduciendo faltantes. Además, los productores pueden reducir costos vendiendo inventario en periodos de alta demanda y acumulando en periodos de baja demanda. Un claro ejemplo de esto podría ser periodos de invierno y verano, donde se utiliza diferentes cantidades de petróleo para generar diferente tipo de calefacción. Sobre todo en continentes con gran amplitud térmica entre verano e invierno como Europa y Estados Unidos entre otros.

Cuando los niveles de inventario son flexibles, la producción no necesariamente debe ser igual al consumo, los inventarios se pueden usar como buffers. Por eso, de acuerdo al modelo de inventario, el precio de vaciamiento de mercado es determinado por la producción, el consumo y las variaciones en los niveles de inventario.

El precio spot se estima usando variables relativas de inventario. RI (relative inventory) es inventario actual menos el nivel optimo de inventario. IN (actual inventory) es el nivel de inventario reportado por el gobiernos de Estados Unidos, OPEC o compañías petroleras confiables. Por otro lado el nivel optimo de inventario IN^*t es el inventario es el calculado neto de tendencia y estacionalidad.

$$RINt = INt - IN^*t \quad (1)$$

La hipótesis fundamental en la que se basa esta teoría es en que los cambios en el precio del commodity son debidos a cantidades fuera de la media tanto de demanda como de oferta excluyendo todo efecto ocasionado por la tendencia y estacionalidad que pudiera haber. Es por eso que cualquier diferencia entre el inventario actual y el proyectado va a resultar en un cambio, presionando los *precios* tanto para arriba como para abajo. La

relación entre precios y nivel relativo de inventarios se puede expresar en la siguiente ecuación.

$$\text{Precio del Petroleo } (t) = Z\alpha + bi * RINt - I + t \quad (2)$$

El precio del commodity se determina mediante dos mercados interconectados, ellos son los llamados *cash markets* que realizan el intercambio en con el precio *spot* del commodity y, por otro lado, el llamado *storage market*. En el *cash market* debido a la flexibilidad de la naturaleza de los inventarios el *spot Price* el precio no se iguala a la producción o al consumo sino a la demanda neta, que se define como la diferencia entra la producción y el consumo. El precio de vaciamiento del mercado surge entonces de la relación entre el precio *spot* y las variaciones en el nivel de inventarios. Por otro lado en el *storage market* el precio de equilibrio surge de la relación entre el retorno marginal y la demanda de inventarios. El retorno marginal se define como el flujo de beneficios de la tenencia de inventarios o simplemente el precio de tenencia de inventarios. El retorno marginal es un relación entre el costo físico de tener inventario y el costo oportunidad del capital invertido en petróleo. Para *commodities* que son activamente intercambiadas en mercados de futuros, el retorno marginal se pueden medir como función de los pecios de los futuros.

El suministro de inventarios es el total de los inventarios en tenencia de productores, consumidores y terceras partes. La demanda de inventario por otro lado es un a función del convenience yield, el actual y futuro ritmo de consumo y fundamentalmente de la volatilidad del precio. Tanto el *cash market* como el *storage market* son extremadamente sensibles a la volatilidad del precio del commodity. Esto se debe a que la principal causa de la volatilidad son las fluctuaciones y rigidez en la oferta y la demanda, los precios en si mismos hacen que la oferta y demanda fluctúe. A medida que aumenta la volatilidad en el precio positivamente esto afecta la demanda de suministros ya que los *stockouts* al mismo tiempo se hacen mas caros.

En las siguientes figuras, se puede apreciar en equilibrio tanto en el mercado de efectivo como en el de inventarios.

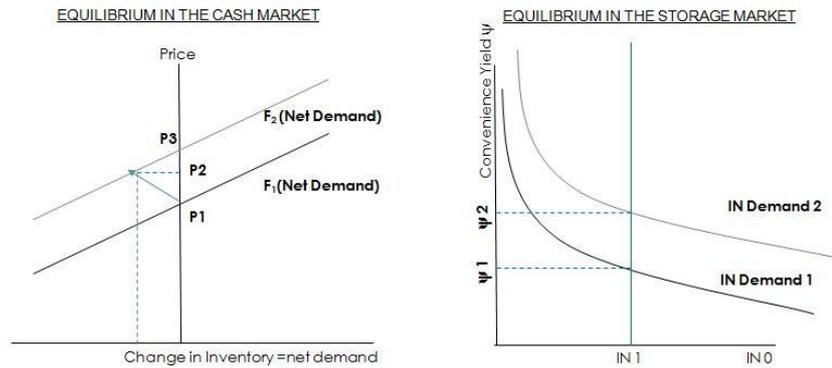


Figura 17 Equilibrium in the cash market – Equilibrium in the Storage Market

En el mercado de efectivos, cuando la demanda de petróleo aumenta, la función de demanda neta se desplaza de F_1 a F_2 . En definitiva, las variaciones de precio terminan dependiendo de que pasa con los inventarios. En el caso de que la producción se ajuste a la demanda, la demanda neta permanecerá igual y el precio aumentará a P_3 . Mientras que si la producción se mantiene igual y los inventarios se utilizan como buffer, el precio solo aumentaría a P_2 . Por otro lado, en el mercado de inventarios, la demanda de inventarios es sensible a cambios en la volatilidad del precio spot. Por esta razón, cuando aumenta la volatilidad del precio, también aumenta la incertidumbre y la necesidad de tener mayores niveles de inventario, esto desplaza la demanda de inventarios hacia arriba. El cambio en el “convenience yield” va a depender de el cambio en los niveles de inventario. En el escenario donde los niveles de inventarios se mantengan estables el “convenience yield” va a subir hasta ψ_2 . Mientras que si los niveles de inventario aumentan debido a un aumento de demanda de inventarios, el “convenience yield” subiría hasta un valor entre ψ_1 y ψ_2 . Según Pindyck (2001) lo más probable es que cuando la demanda de inventarios sube, también lo hagan los niveles de inventario.

3.4.3. Aplicación del modelo de inventario

Aplicando el modelo de inventario a datos del crudo de petróleo entre 1984 y 2001, Pindyck (2001) examinó la dinámica de precios y testeó la reacción de los factores fundamentales a shocks exógenos, tanto temporarios como permanentes. En los casos en los cuales el shock fue temporario, los inventarios fueron usados como buffer y la producción permaneció estable, con el precio subiendo a P_2 y el “convenience yield” subiendo a ψ_2 . Sin embargo, una vez finalizado el shock, con la demanda de vuelta a su normalidad, el precio spot cayó pero inicialmente no a su valor original, ya que la producción necesita exceder al consumo para reponer el stock. Una vez repuesto el

inventario, el “convenience yield” vuelve a caer a Ψ_1 y el precio spot vuelve a su valor original de P1. (Pindyck, 2001).

En el caso de que el shock de la demanda fuese sostenible y esperable que dure por un tiempo prolongado, el precio del petróleo reaccionó de manera diferente. La curva de demanda subió de F1 a F2, esto aumentó la demanda de inventarios por lo que su curva también subió. Como resultado el “convenience yield” se incrementó hasta Ψ_2 y el precio spot hasta P2. Como el shock inicial se esperaba que fuese duradero, la producción se debió ajustar y creció el nivel de inventario. Al aumentar el nivel de stock fue disminuyendo el “convenience yield” pero no a su nivel original, y lo mismo se esperó del precio spot. Debido a esto, cuando se esperaba que un shock fuera permanente, el mercado presentaba un nuevo equilibrio en el cual el precio spot, el “convenience yield” y los niveles de inventario eran todos mayores que el mercado pre-shock (Pindyck, 2001).

En su estudio, Pindyck (2001) hizo referencia a otra relación también de importancia, la que hay entre el precio spot, los precios de los futuros y los niveles de inventario. Los precios de futuros pueden ser utilizados en el cálculo del “convenience yield”. Este yield es igual a la diferencia entre el futuro y el precio spot ajustado por riesgo, más el costo de almacenamiento del producto físico.

Asimismo, los precios de futuros pueden ser mayores o menos que el precio spot dependiendo de la magnitud del “net convenience yield”, donde:

$$\text{Net Marginal Convenience Yield} = \text{Convenience Yield} - \text{Costo de Almacenamiento}$$

Cuando el “marginal convenience yield” es grande, el precio del spot va a superar al precio del futuro y el mercado de futuros va a exhibir una “strong backwardation”. Cuando el “marginal convenience yield” es positivo pero no grande, el precio del spot va a ser menos que el precio del futuro pero mayor que el precio futuro traído al día de hoy, y el mercado de va a exhibir una “weak backwardation”. Cuando el “marginal convenience yield” es cero, el precio spot va a ser igual al precio futuro traído al día de hoy y entonces el mercado va a exhibir “zero backwardation”. En los casos en que el mercado exhibe zero/weak backwardation, se dice que el mercado está en contango (Pindyck, 2001). Además sus estudios demostraron durante la mayoría del tiempo los mercados futuros exhiben “weak backwardation” pero que también ocurren frecuentes y prolongados períodos de “strong backwardation”. Asimismo, se encontró la correlación positiva entre el convenience yield y el precio spot del crudo de petróleo.

El modelo de inventario provee una explicación a los movimientos en el precio del barril en el corto plazo, basado en desplazamientos racionales en la oferta y la demanda

en cada uno de los mercados, pero según el autor sería ortodoxo esperar que algunas variaciones del precio del commodity no estén basadas solo en los fundamentals pero que sino también sean influenciadas por la especulación, el ruido del trading y el comportamiento “herd”, todos estos se incluyen dentro del modelo como el termino “error ϵ_t ” (Pindyck, 2001).

3.5. Dinámica del precio del petróleo desde el punto de vista del comportamiento

De acuerdo con la hipótesis de mercado eficiente, el precio del barril debería estar determinado por los factores fundamentales de la oferta y la demanda. Estos factores deberían reflejar toda la información pública disponible relacionada el presente y al futuro de la oferta y la demanda de crudo. Asimismo, cambios en los fundamentals deberían preceder a cambios en el precio, e influenciarlo de manera adecuada. Sin embargo, ciertas anomalías en el mercado desde el año 2002 desafían la teoría de la eficiencia.

3.5.1. Desafiando la eficiencia del mercado de crudo de petróleo

El mercado de futuros de petróleo ha sido estudiado y analizado de manera profunda y siempre se lo ha considerado como eficiente por parte de los intelectuales. Sin embargo, últimamente el comportamiento del precio del barril ha llamado la atención y ha despertado la idea de que el precio del petróleo puede exhibir cierta ineficiencia y hasta una burbuja especulativa. Una burbuja es un pico generado en el precio del commodity usualmente generado por especulación exageradas sobre el crecimiento futuro, apreciación del commodity, u otros eventos que pudieran causar un incremento en el valor (Investopedia.com). Estos fenómenos, considerados anomalías, no pueden ser explicados por los modelos racionales.

Especulación en el mercado del petróleo

Trabajos recientes por Merino y Ortiz (2005) y Kristiansen (2008) pusieron en evidencia la importante presencia de comportamiento especulativo en el mercado de petróleo, utilizando hallazgos hechos por Pindyck (2001) y Ye et al. (2002), y aplicando el modelo de inventario. Es importante distinguir especulación y hedging⁵. Hedging es análogo a tomar una póliza de seguro. Esto no es gratis, ya que por un lado se reduce el riesgo, pero se debe pagar para contar con este beneficio. Por el otro lado, especular consiste en el acto de comprar y/o vender un activo, enfrentando el riesgo de perder todo o una gran parte de la inversión inicial, con la expectativa de obtener una ganancia

⁵ Hedging es el termino en ingles para denominar operaciones de cobertura.

substantial. A pesar de esto, la especulación no depende solamente del azar, ya que involucra afrontar un riesgo previamente calculado.⁶

3.6. Trading y Exageración

Según la teoría de mercado eficiente, los precios reflejan toda la información pública disponible, por lo que debería haber muy poco trading, ya que cualquier intento por iniciar una transacción pondría al descubierto la información privada del comprador, incorporándose esta al precio, antes de que la transacción tenga lugar. Sin embargo, sabemos que en la realidad, la evidencia muestra lo contrario.

El aumento en los últimos del trading especulativo, puede ser interpretado como trading excesivo y pare tener un efecto notable en el precio del petróleo.

⁶ Investopedia.com

4. ENERGIAS RENOVABLES

4.1. Descripción

Un tema de actualidad es el impacto que tiene el precio del petróleo en la adopción de energías renovables. Es bastante fácil, a priori, suponer que si el precio de un tipo de recurso es más económico el consumo va a ser mayor. Esto último fue lo que nos motivó a investigar este tópico, ya que el consumo de energía es un tema de debate a nivel mundial y del cual depende nuestra civilización.

En esta obra intentaremos encontrar las relaciones entre las numerosas variables que interactúan con el precio del barril de petróleo. El número de variables es importante y también lo es la correlación entre muchas de ellas. Por esta razón, hay variables que no pueden ser dejadas de lado a la hora de realizar un análisis profundo del sistema.

Una de las complejidades del análisis de este sistema es lo amplio que debe ser el enfoque. Con el objetivo de mantener el planteo lo más simple posible, pero sin simplificar demasiado el sistema, hemos elegido las variables que consideramos más relevantes para nuestro análisis.

Como primer paso decidimos conceptualizar el sistema en un diagrama causal, con el objetivo de entender mejor como se relacionan las variables. Para así luego proponer formas para aumentar la adopción de energías alternativas.

4.2. Diagrama Causal

En una primera aproximación vamos a proceder a explicar el diagrama causal que hemos desarrollado para conceptualizar el sistema. Los diagramas causales sirven para visualizar de manera superficial la problemática a analizar, permitiéndonos ver claramente como están relacionadas las principales variables. Es decir, que es una forma integral de ver el sistema en cuestión.

A continuación se puede ver el diagrama causal.

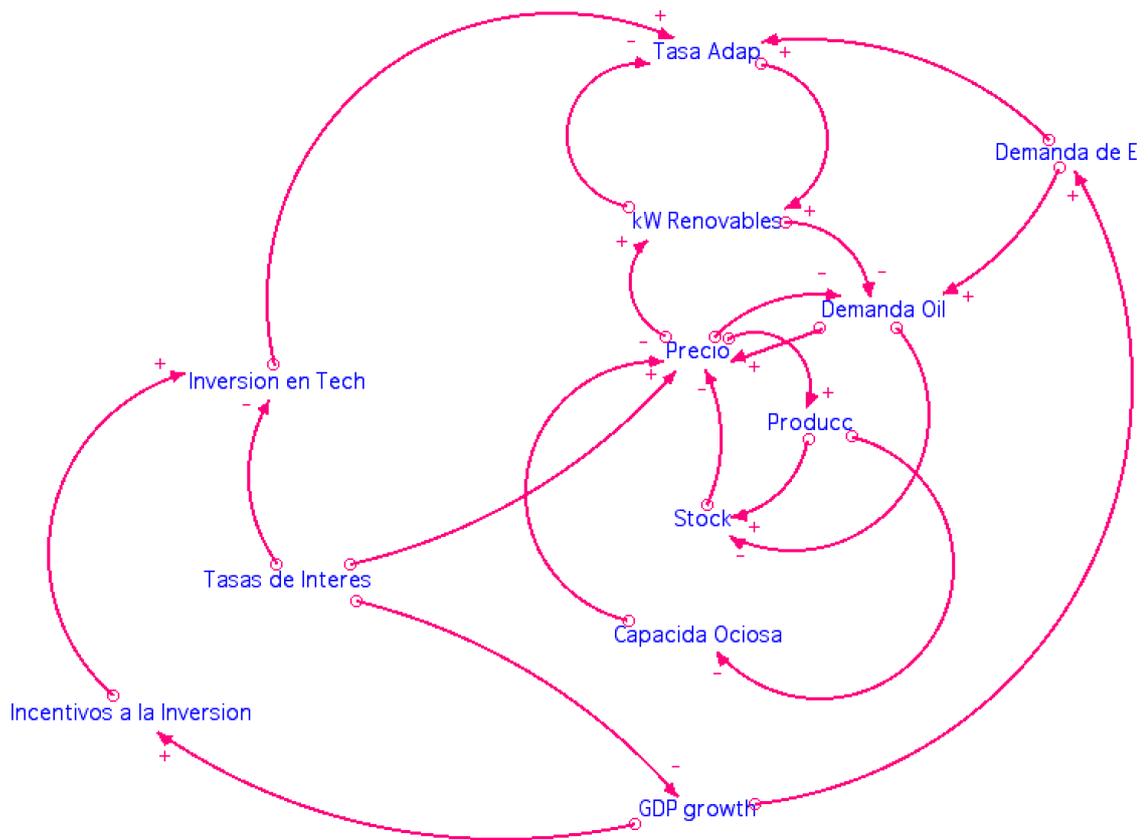


Figura 18 Diagrama Causal – Impacto del precio del petróleo en la implementación de energías renovables

Lo que haremos a continuación es explicar cada una de las de las relaciones que se pueden apreciar en el diagrama causa como flechas rojas, entre las respectivas variables en color azul.

4.3. Relación Demanda – Precio

En primer lugar vamos a comenzar explicando la relación entre el precio y la demanda de petróleo. Esta última está indicada en el diagrama causal como “Demanda Oil”. La lógica indica que a medida que aumenta el precio del commodity disminuye la demanda del mismo. Esta primera relación se puede corroborar al ver los estudios hechos sobre la elasticidad precio demanda del petróleo.

Según la mejor forma que encontramos para estimar la relación entre el precio y la demanda fue con la elasticidad precio-demanda. Esta elasticidad va a medir la variación porcentual de la cantidad demanda por cada 1% de variación de precio. Por ejemplo si la elasticidad precio-demanda es 3 (en modulo) significa que por cada 1% de variación del precio del petróleo, la cantidad demanda cae un 3%.

Según vemos el análisis hecho en el paper “Understanding Crude Oil Price” del departamento de economía de la Universidad de California, luego de haber hecho un

análisis de la literatura disponible, estima que la elasticidad a corto plazo es de alrededor -0,25 y la elasticidad a largo plazo es 2 o 3 veces mayor. Esto tiene sentido ya que es de esperar que los consumidores no tengan a corto plazo la flexibilidad para reducir su dependencia de esta fuente de energía.

Es importante hacer una aclaración en cuanto a la estimación de la elasticidad. Es muy difícil identificar el número exacto de la elasticidad, esto se debe a la cantidad de factores más allá de la relación oferta demanda que afectan el precio. Estos son entre otros el ingreso de las personas, hábitos de consumo y demoras en la reacción frente a un shock en el precio.

En el paper de “Estimates of Oil Price Elasticity” del International Association for Energy Economics el autor James Hamilton publica desde 1973 estudios que luego son actualizados en los cuales determina la elasticidad en relación al PBI-Precio para diferentes periodos de tiempo en los Estados Unidos.

Lo interesante que demuestra el autor es que hay evidencia de una relación asimétrica en cuanto a la importancia e impacto que hay entre subas o bajas en el precio del petróleo. El autor muestra que los aumentos de precio tienen mucho más impacto en la demanda, en comparación a las caídas de precio.

Precio del Crudo

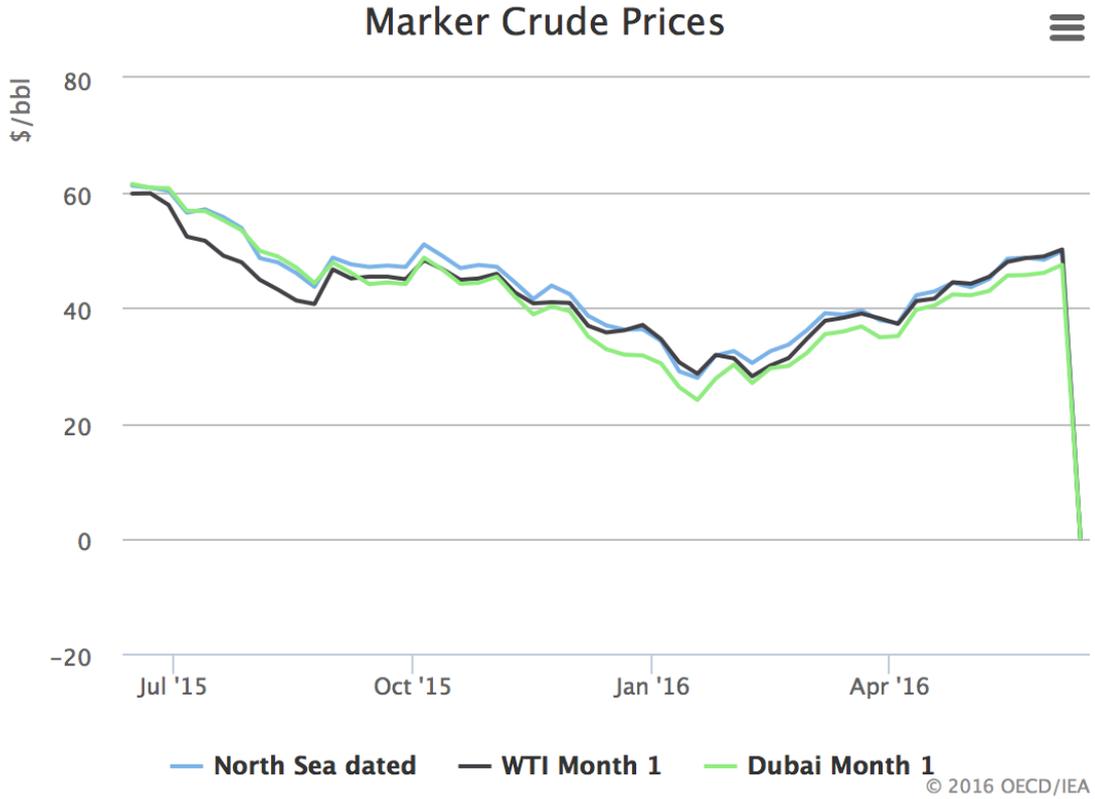


Figura 19 Precio del Crudo en dólares por barril Jul 15 a Abril 16

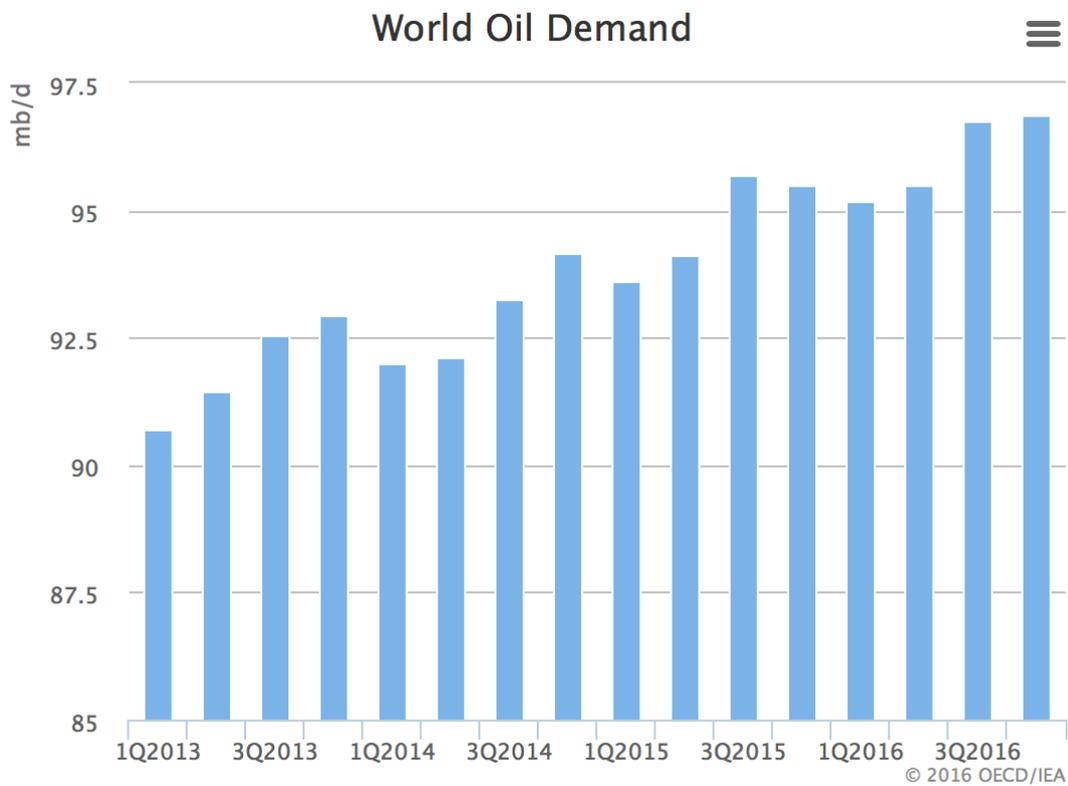


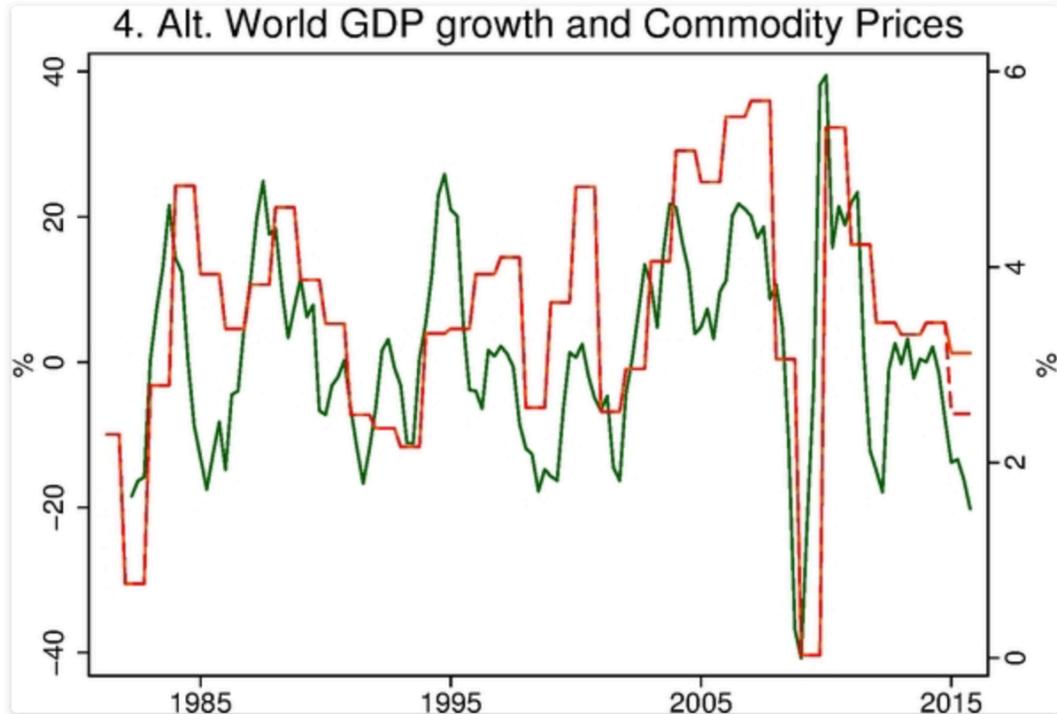
Figura 20 Demanda del mercado de petróleo por cuatrimestre en millones de barriles por día

4.4. Relación PBI – Demanda - Precio

Esta es una de las relaciones más complejas por la cantidad de variables que entran en juego. Sin embargo, por esa razón es que ha sido de las más estudiadas en el pasado y de las cuales mejor explicación tenemos hoy en día.

A medida que crece la economía, es decir, que aumenta la tasa de crecimiento del PBI, naturalmente la sociedad va a requerir más energía. Un aumento del PBI, con una tasa de natalidad y de mortalidad prácticamente constantes, deriva en un aumento del PBI per cápita, lo que significa un mayor poder adquisitivo. Este último puede ocasionar una mayor demanda de productos derivados del petróleo, como puede ser para el caso del transporte. Por otro lado, al crecer la industria, esta también necesitaría una mayor cantidad de energía, reforzándose así este ciclo.

Este factor es importante al punto tal que nos sirve para entender el porqué de la última gran caída del petróleo en el 2015 y principios del 2016. A grandes rasgos hubo una desaceleración del crecimiento de las principales economías del mundo, sobre todo China que pasó de crecer a tasas de crecimiento del orden de 15% anual a tasas de crecimiento de 6% anual.



IMF estimates of annual growth rate of world real GDP (in red, right scale) and year-over-year percent change in commodity prices as measured by the quarterly average CRB/BLS raw industrials price index (in green, left scale). Dashed line is Barbera's estimate of world GDP growth for 2015 if IMF 6.8% Chinese growth rate is replaced with 2.5%. Source: [Center for Financial Economics](#).

Figura 21 Crecimiento del PBI Mundial desde 1985 al 2015 y porcentaje de alteraciones de los precios de commodities

Un dato no menor es la demora de un año aproximadamente entre el movimiento del precio y la demanda. Se estudia de esta manera para darle tiempo a los consumidores a ajustar sus requerimientos. Por ejemplo en la industria automotriz. El impacto del precio no se ve al instante. Si aumenta el precio del petróleo (en realidad de sus derivados para hacerlo mas claro en el ejemplo) no disminuyen las ventas y leasings de autos en forma inmediata sino que hay un tiempo un lag entre el evento y la asimilación o reacción en el PBI o en el consumo de autos siguiendo con el ejemplo.

Continuando con la relación entre el precio y la demanda podemos ver que a través de la historia cada vez que hay un aumento el precio del petróleo, esto empuja los costos del consumo de energía hacia arriba y esto afecta la demanda agregada de acuerdo con la elasticidad.

4.4.1. Relación Precio - kW Renovables

Un mayor precio del crudo puede afectar negativamente a la actividad económica, sin embargo puede que el momento de países en crecimiento no se vea frenado por un precio mayor. En este contexto, una creciente de demanda de energía podría ser satisfecha más eficientemente con la adopción de energías alternativas.

Esta consecuencia se puede apreciar en el diagrama causal, ya que es la relación entre el precio y “kW renovables”. Por “kW renovables” entendemos el consumo de kW provistos por energías renovables a nivel mundial.

4.4.2. Relación kW Renovables - Demanda Oil

En el diagrama causal, se puede ver como una mayor cantidad de “kW renovables” disminuye la demanda de petróleo. Esta relación se ha simplificado para visualizar el tema de interés y más relevante, que es la adopción de energías renovables. Como lo establece el diagrama, es cierto que ciertos usos de producto derivados del petróleo pueden ser sustituidos por energías renovables. De esta manera, con una mayor tasa de adopción, las energías renovables podrían tomar cierto porcentaje de la demanda global de petróleo. Sin embargo, también es cierto, que ciertas industrias no son tan flexibles como puede ser la industria de los plásticos o el transporte. Por esta razón, esta relación es compleja, y cada industria presenta su propia elasticidad precio-demanda y además su propia tasa de adopción de energías renovables, que se ve determinada por el tipo de uso.

4.4.3. Ciclo Demanda Oil – Stock – Precio

Este ciclo es la contraparte del ciclo anterior, ya que su enfoque es de desde el punto de vista de la demanda. En este caso, una mayor demanda reduce los niveles de inventario, considerando una producción estable.

4.4.4. Relación Tasas de Interés – Precio

$$\text{Forward} = \frac{1 + (\text{Spot Rate for year } x)^x}{1 + (\text{Spot Rate for year } y)^y} - 1$$

4.4.5. Relación Tasas de Interés – Crecimiento del PBI

Una relacion extremadamente compleja de analizar, porque deben ser las dos variables en cuyo valor están reflejadas una cantidad prácticamente innumerables de hechos y variables.

Precio del Crudo

Debido a esto, nos vemos obligados a hacer una simplificación al sistema para que entre en el objeto de estudio de nuestro proyecto y no irnos por las ramificaciones que tiene toda esta cuestión.

En primer lugar hay que entender que son las tasas de interés y como estas afectan a grandes rasgos la economía. Cuando hablamos de tasa de interés podemos referirnos a la tasa de retorno de un bono de 10 años emitido por la Reserva Federal de Estados Unidos, también podemos usar la tasa LIBOR, London Interbank Offered Rate. Esto se debe a que las mismas son las tasas de referencia más usadas en el mundo.

Nosotros decimos que a mayor tasas de interés menor crecimiento del PBI. Esto se debe a que a mayores tasas de interés menos empresas se endeudan para, de esa manera, invertir y crecer. Por otro lado las familias por así llamarlo, al haber tasas altas prefieren invertir su dinero en un plazo fijo por ejemplo que gastarlo en bienes y servicios. De esta forma afecta a dos patas del crecimiento como son la inversión de privados y el consumo interno.

Para realizar un análisis más cuantitativo del tema nos hemos basado en un estudio hecho por el Institute of Economic Forecasting.

En el modelo se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$r(\alpha) = a * \alpha + b \quad (2)$$

$$\alpha(i) = \frac{c}{(a+i)} \quad (3)$$

$$i(p) = e * p + f \quad (4)$$

r – Es el crecimiento del PBI

α – Es la tasa de inversión

i – Es la tasa de interés

p - Es la inflación

a, b, c, d, e y f son parámetros estimados mediante econometría.

En la primera ecuación tratamos de capturar el efecto de la inversión en el Crecimiento del PBI. La segunda ecuación demuestra la relación inversa que hay entre la tasa de interés y el ritmo de inversión. Por último la tercer ecuación habla de la relación directa entre inflación y tasa de interés.

Usando un simple movimiento algebraico se pueden obtener ecuaciones derivadas sumamente útiles:

$$r(i) = b + a * c / (d + i) \quad (5)$$

$$\alpha(p) = \frac{c}{d + (e * p + f)} \quad (6)$$

$$i(\alpha) = \left(\frac{c}{\alpha} \right) - d \quad (7)$$

Entonces, condensando todo en una misma ecuación, podemos obtener:

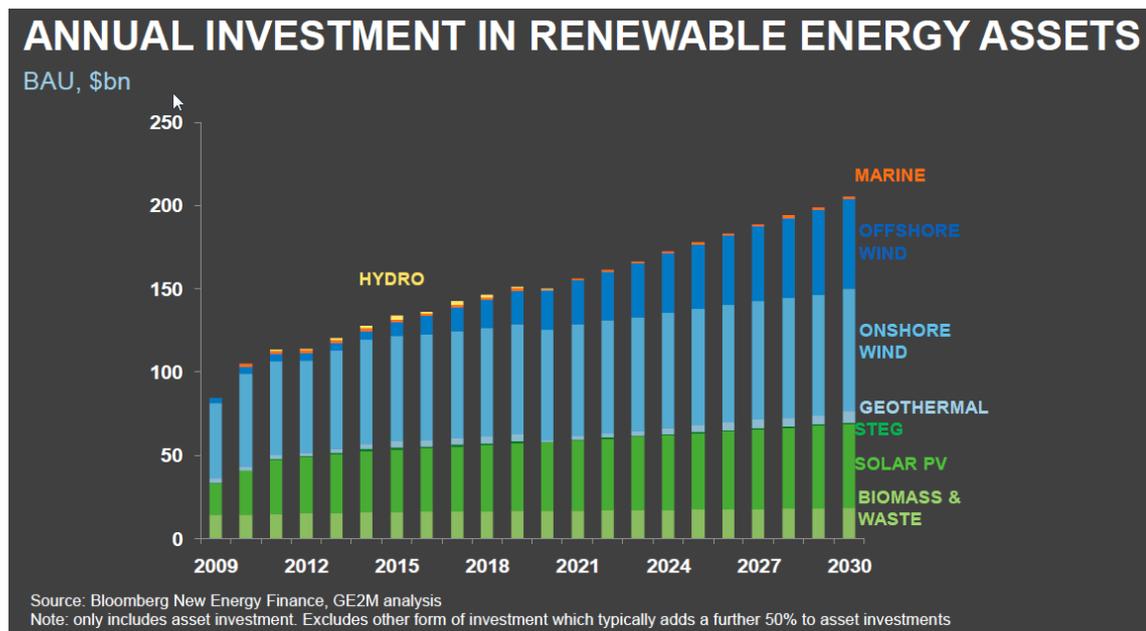
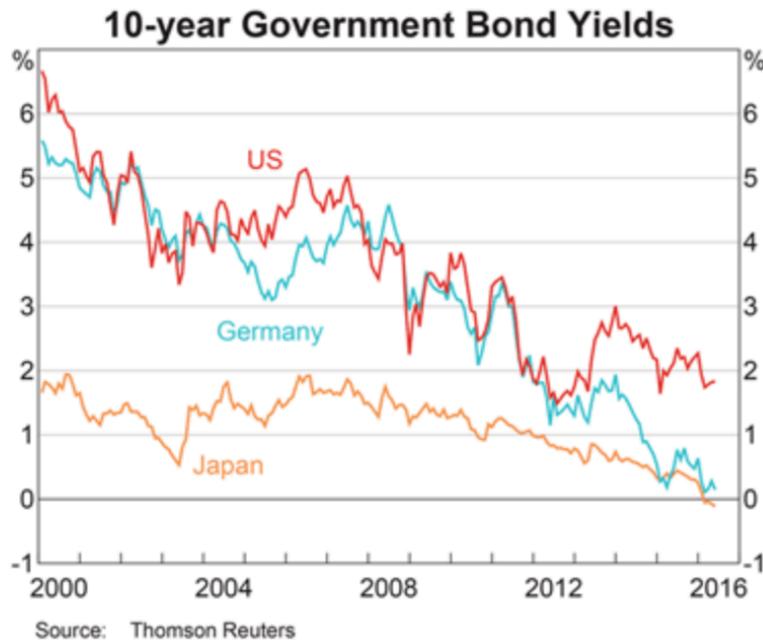
$$r(p) = b + \frac{a * c}{d + e * p + f} \quad (8)$$

4.4.6. Relación Tasas de Interés – Inversión en nuevas Tecnologías

Como se puede apreciar en el diagrama causal, una mayor tasa de interés afecta de manera negativa la inversión en nuevas tecnologías. Esto es evidente, ya que a un mayor costo del dinero, menor será destinado para inversiones de todo tipos. Bajas tasas de interés han sido siempre un gran incentivo a la inversión, ya que le ofrecen a los inversores una mayor garantía de retornos positivos.

Es probable que la volumen de financiación que permitió la revolución del shale en los EE.UU. expandirse al nivel que lo hizo en los últimos 5 años no podría haber sido posible si no fuese porque las tasas de interés estuvieron muy cerca de cero, con bancos centrales fomentando a los inversores a invertir en activos más riesgosos. Por esta razón, a medida que crece la amenaza de unas mayores tasas de interés, se pone en riesgo la futura financiación para mantener esto niveles de oferta.

Es importante considerar, que todo proyecto de inversión en desarrollo de nuevas tecnologías es un proyecto de inversión, por lo tanto este debe ser rentable. Las tasas de interés representan el costo de pedir dinero prestado, y la recompensa por prestar dinero. La inversión esta inversamente relacionada a las tasas de interés por dos razones principales. Primero, si las tasa de interés suben, también lo hace el costo de oportunidad. Esto significa, que un aumento en las tasas de interés, equivale a un mayor retorno por parte de fondos depositados en cuentas que pagan interés, o por hacer un préstamo. Esto le quita atractivo a la inversión, ocasionando que la decisión de invertir pueda ser pospuesta hasta que vuelvan a bajar las tasa de interés. Segundo, un aumento de las tasas de interés, puede llevar a las compañías a anticipar que los consumidores van a reducir su consumo, perdiendo así la inversión su beneficio. Una inversión requiere que por lo menos los consumidores mantengan su nivel actual de consumo, para que esta sea atractiva. Por lo tanto, una esperada caída en el consumo, probablemente desmotive a las empresas a invertir.



4.4.7. Inversión en Nuevas Tecnologías – Tasa de Adaptación

Está claro, como se ve en el diagrama, que al invertir en nuevas tecnologías, se impactará de manera positiva en la tasa de adopción de energías renovables.

4.4.8. Ciclo Tasa de Adaptación – kW Renovables

Podemos ver que un aumento de precios en el commodity va a ocasionar una transferencia de riqueza desde las naciones importadoras de petróleo hacia aquellas que exportan. Por ejemplo podemos ver países como Noruega, donde la exportaciones de petróleo componen gran parte del PBI que con la reciente baja del precio en el ultimo

año tuvieron consecuencias muy graves en su crecimiento y puso las cuentas fiscales del país en rojo.

Es esta transferencia de riqueza la que va hacer que los consumidores de países importadores de petróleo racionalicen mas su uso. Esto va a reducir su demanda y output.

Debido a que la mayoría de los países son importadores de petróleo (por lo menos parcialmente) y además que los principales países que contribuyen al PBI mundial importan, podemos decir que un crecimiento en el precio disminuye el PBI mundial.

Por otro lado el nivel de demanda agregada también puede caer porque los gobiernos pueden tomar acciones para que el efecto en los países importadores sea lo menos grave posible. Muchos países importadores de petróleo para compensar la inflación generada por el aumento del precio del petróleo suben las tasas de interés para de esta manera reducir la actividad económica real. Por otro lado esta caída en la actividad se ve reflejada en una caída del PBI.

A continuación vamos a presente un modelo económico muy simple para explicar esta parte de la dinámica en forma mas concreta y palpable.

Es importante que este modelo simplificado muestra como variaciones en el precio de la energía afecta algunas variables económicas por diferentes canales. Este modelo es una variable simplificada del (Keynesiano) modelo de fluctuaciones de output presentado en Blanchard and Quah (1989) que construyo Ficher en (1977).

$$y_t = m_t - p_t + a.\theta_t + bo_t \quad (9)$$

$$y_t = n_t + \theta_t + co_t \quad (10)$$

$$p_t = w_t - \theta_t + do_t \quad (11)$$

$$w_t = w|(E_{t-1}n_t = \bar{n}) \quad (12)$$

y = Log del output real

o = log de precio real del petróleo

n = log del empleo

θ = log de la productividad

p = log del nivel nominal de precios

Precio del Crudo

w = log del salario nominal

m = log de la oferta nominal de dinero (money supply)

\bar{n} = implica el log del complete empleo

La tasa generación de empleo se define como:

$$u = \bar{n} - n. a, b, c, d \quad (13)$$

a, b, c y d son coeficientes.

La ecuación (9) afirma que la demanda agregada es función del balances real (money supply – real price level), productividad y precios reales del commodity. Tanto la productividad como los precios reales del commodity son los que afectan la demanda agregada en forma directa. Si $a > 0$ entonces el mayor nivel de productividad implica mayor nivel de demanda de inversiones, de otra manera si $b < 0$ entonces el aumento de precios reales del petróleo implicaría un menor nivel de demanda.

La ecuación de la producción (10) el output con el empleo, tecnología y precios reales del petróleo a través del retorno creciente Cobb-Douglas de la función de producción. Es este mecanismo el que modifica el output a largo plazo. Por otro lado c refleja la inversa de la elasticidad de la energía y uno esperaría $c \leq 0$.

En la ecuación (11) se puede ver el precio relacionado con el comportamiento. Los precios del petróleo son introducidos en la ecuación para que también afecten el valor de la demanda agregada.

En este modelo se asume que m , θ y o evolucionan según:

$$m_t = m_{t-1} + \varepsilon_t^{AD} \quad (14)$$

$$\theta_t = \theta_{t-1} + \varepsilon_t^{AS} \quad (15)$$

$$o_t = o_{t-1} + \varepsilon_t^{OP} \quad (16)$$

Los ε son shocks no correlacionados en la demanda agregada, en la oferta agregada y en el precio.

Si lo resolvemos para Δy y para u (desempleo) obtenemos:

$$\Delta y_t = \Delta \varepsilon_t^{AD} + a \Delta \varepsilon_t^{AS} + (b - d) \Delta \varepsilon_t^{OP} + \varepsilon_t^{AS} + c \varepsilon_{t-1}^{OP} \quad (17)$$

$$u_t = -\varepsilon_t^{AD} - a \varepsilon_t^{AS} + (c + d - b) \varepsilon_t^{OP} \quad (18)$$

De la ecuación (14) podemos ver que a largo plazo, solo la oferta y el precio van a afectar el nivel de output (y). Por otro lado, en el corto plazo, debido a demoras por la rigidez del Sistema los tres tipos de shocks pueden influenciar el output.

En la ecuación (15) muestra como ninguno de los shocks va a tener implicancias en la tasa de desempleo a largo plazo. Todos los shocks pueden tener efectos temporarias sobre la tasa de desempleo, pero a largo plazo, salarios y precios se van a ajustar para que el el desempleo vuelva a su nivel natural (Layard 1991)

El descubrimiento de que los shocks en la demanda agregada tiene solo efectos en el corto plazo en el output y el desempleo es consistente con la interpretación de una pendiente positive en la oferta del corto plazo, que es aproximadamente vertical en el largo plazo.

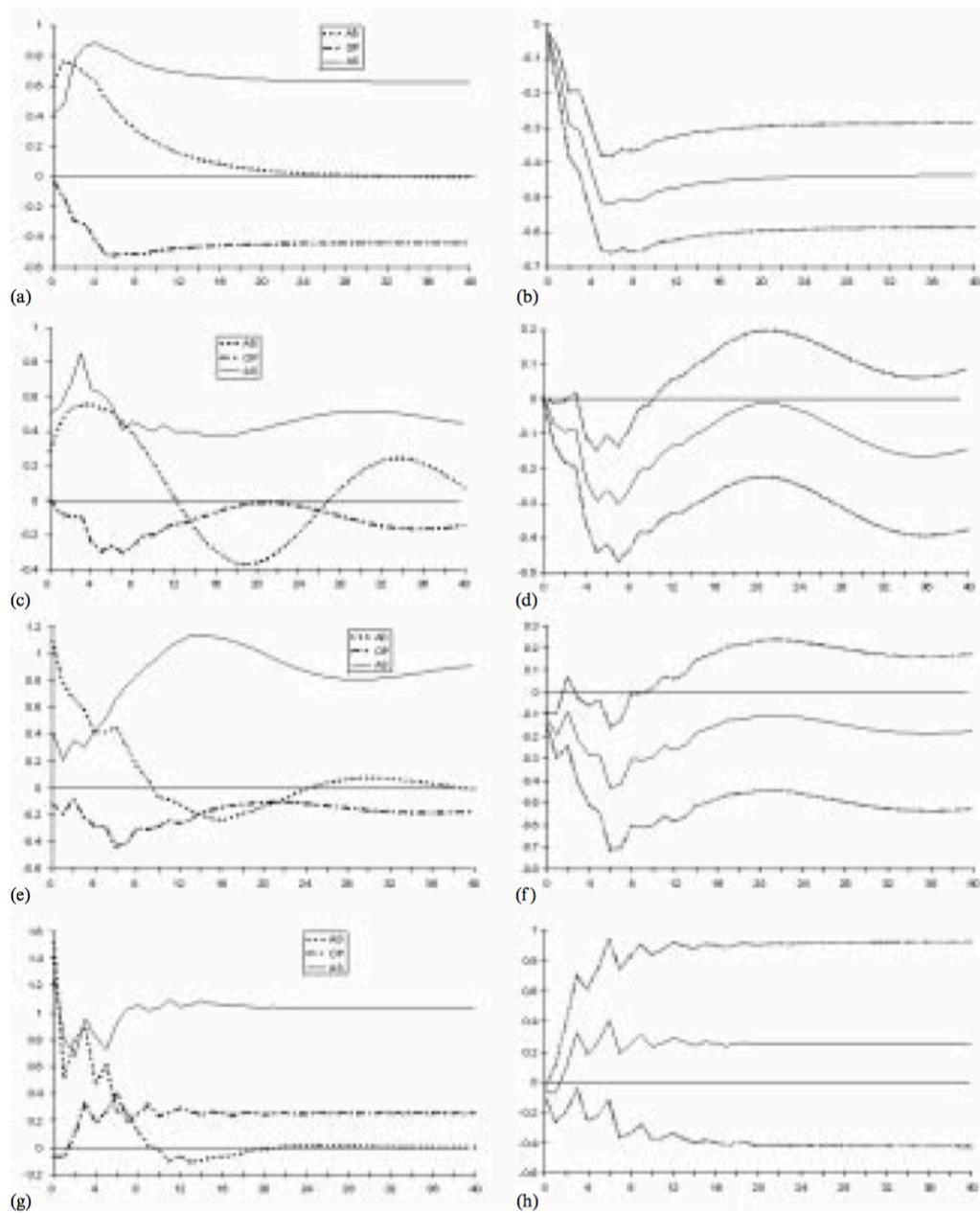


Figura 22 GDP Impulse Responses to an Oil Price (OP) Shock, an Aggregate Demand (AD) Shock and an Aggregate Supply (AS) Shock (Percentage Change): (a), (c), (e), (g) OP, AD and AS Shocks for (a) the USA, (c) Germany, (e) the UK and (g) Norway; (b), (d), (f), (h) OP Shock, One Standard Error Band, for (b) the USA, (d) Germany, (f) the UK and (h) Norway

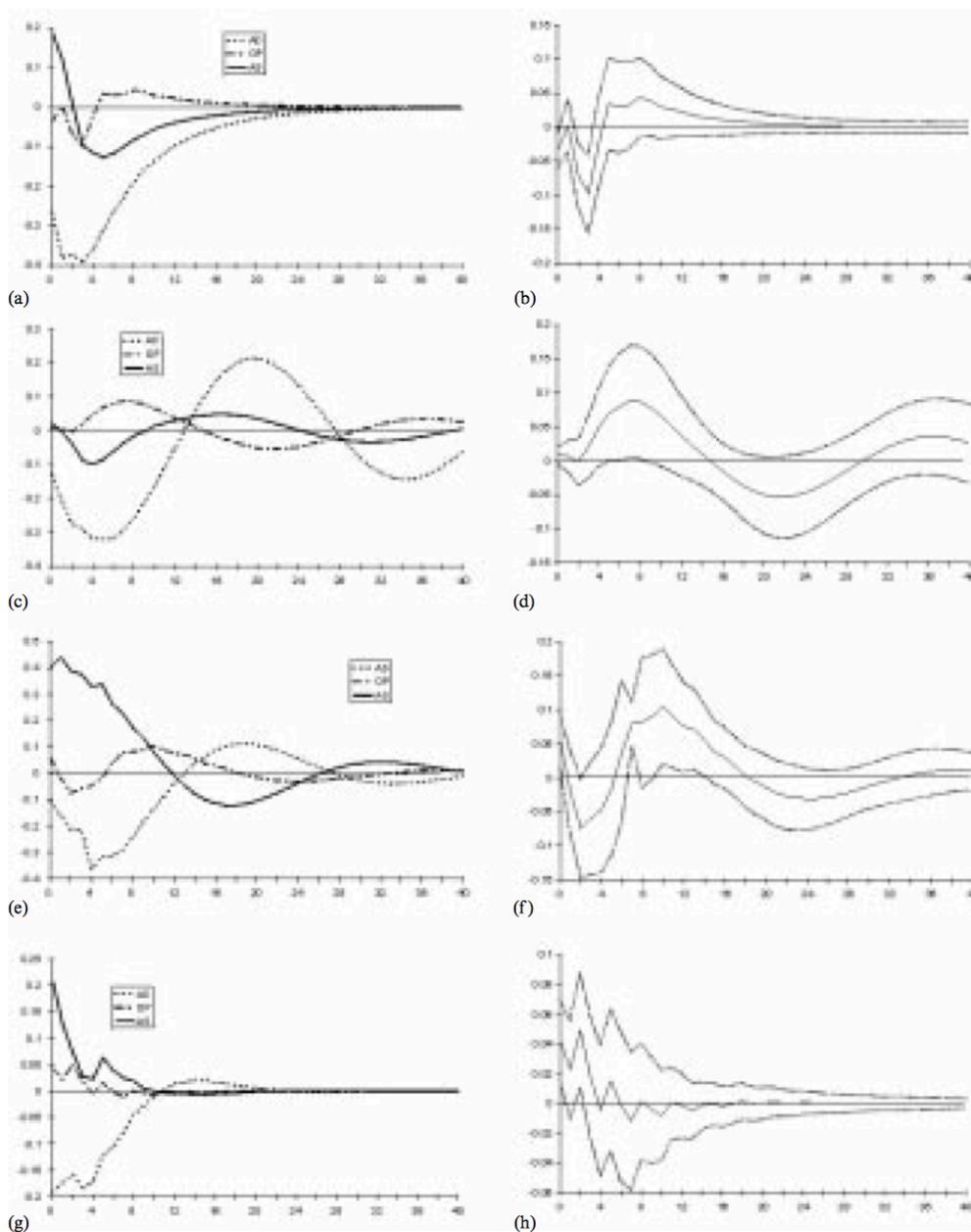


Figura 23 Unemployment Responses to an Oil Price (OP) Shock, an Aggregate Demand (AD) Shock and an Aggregate Supply (AS) Shock (Percentage Change): (a), (c), (e), (g) OP, AD and AS Shocks for (a) the USA, (c) Germany, (e) the UK and (g) Norway; (b), (d), (f), (h) OP Shock, One Standard Error Band, for (b) the USA, (d) Germany, (f) the UK and (h) Norway

4.4.9. Ciclo Precio – Producción – Stock

Como se indica en el diagrama causal, a mayor precio hay un aumento de producción. Esto tiene su lógica, considerando que los productores buscan beneficiarse de una suba

Precio del Crudo

de precios vendiendo una mayor cantidad de crudo. Por esta razón, intentan aumentar su producción antes de que esa suba en el precio se revierta. Este beneficio es posible, ya que la respuesta ante un shock en el precio es más rápida por el lado de la oferta que por el de la demanda. Esto quiere decir, que los productores pueden reaccionar más rápido ante una variación en el precio, ya sea frenando o acelerando la producción. Por su lado, la demanda presenta una elasticidad creciente con el tiempo. Por lo que en el corto plazo, la demanda es bastante inelástica frente a variaciones del precio. Esto se debe a que ciertas industrias, las cuales son dependientes de productos derivados del crudo, no pueden detener o alterar esta dependencia en el corto plazo, ya que la demanda debe ser satisfecha.

Lo que ocurre al aumentar la producción, es que por lo general, si la demanda no se incrementa en la misma proporción, habrá un aumento de stock. Esto es probable ya que la demanda no presenta shocks como los que puede presentar la producción, la cual intenta adaptarse a los shocks del precio. Este aumento de stock representa un crecimiento en el nivel de inventario de los productores. A medida que aumenten estos niveles de inventario, estos van a ocasionar en una caída del precio, balanceando así el ciclo. En el contexto de los inventarios, es importante considerar los costos involucrados. Estos costos obligan al productor a buscar la forma de deshacerse del stock, lo que termina ocasionando la caída del precio.

A continuación nos vamos a basar en el paper de Elasticity of Demand for Relative Petroleum Inventory in the short Run.

La importancia de las desviaciones de los niveles de inventarios esperados o normales no permiten ir más allá en el entendimiento del mercado de petróleo y su dinámica. Esto se debe a que la demanda y oferta de petróleo es menos elástica que su nivel de inventario, es el inventario relativo el que tiene un rol fundamental absorbiendo los movimientos imprevistos en las curvas de oferta y demanda.

En esta parte vamos a explicar porque el nivel de inventario está negativamente relacionado con el precio del petróleo.

En los momentos donde más se puede apreciar esta relación es cuando hay fuertes bajas en el precio del petróleo en un corto periodo de tiempo.

Algo que es interesante aclarar es que la demanda en corto plazo es mucho menos elástica para inventarios relativos para países del G-7 que para países del no-G-7 que pertenecen a OECD (economías chicas). Esto soporta la hipótesis intuitiva de que cuando los precios suben los países económicamente grandes son menos sensibles al cambio de precio y tienden a tener una menor reducción en el nivel de inventario. Es por esto, y además por lo dicho anteriormente con respecto a la transferencia de riquezas, que los países más pobres tienen a dejar de comprar petróleo cuando el precio

del mismo es muy alto antes que los países mas ricos, y esto reduce la demanda mundial de petróleo.

Como sabemos el inventario del petróleo juega un rol mucho mas importante en el precio que en cualquier otro commodity (por ejemplo oro, aluminio, plata, etc). Es por esto que nos parece una variable fundamental en nuestro modelo y no la podíamos dejar de incluir bajo ningún punto de vista. Sabemos que el inventario tiene una papel muy importante en los que seria servir como buffer de las operaciones, así como seria el inventario en una fabrica. En el caso del petróleo sirve para que la parte compradora y vendedora se cubran del riesgo que podrían ocasionar los movimientos bruscos en el precio,

A grandes rasgos podemos ver que los niveles de inventario son determinados por factores, ciclos por estaciones, tendencias en producción y demanda y también por cambios inesperados en el precio. También hay otros factores como tasas de interés y costos del lugar físico del almacenamiento que afectan el inventario mas a largo plazo.

Es el momento de hacer una distinción entre los dos mercados del commodity, en primer lugar esta el llamado Cash Market y el Storage Market. Cada uno de los mercados tiene su propia demanda y oferta que interaccionan entre ellas. Por ahora vamos a desarrollar el Cash Market y luego vamos a adentrarnos en el otro. La finalidad de esto es exponer dos formas de cuantificar la misma relación y luego decidimos por cual a utilizar en nuestro modelo.

En primer lugar el Cash Markeet define el equilibrio de los sport prices y cambios en el inventario.

I : nivel de inventario.

S: oferta.

D: demanda.

Los cambios en el inventario se puede describir como $I_t - I_{t-1}$.

Las variaciones de inventario para in periodo dado se pueden describir como:

$$I_t - I_{t-1} = S_t - D_t \quad (19)$$

Dicho de otra manera:

$$I_t = I_{t-1} + S_t - D_t \quad (20)$$

Precio del Crudo

Cabe aclarar que esto se basa en la hipótesis de que no se destruye inventario por X motivo. Si bien sabemos que estas situaciones pueden pasar el porcentaje que esto influye a nivel macro es absolutamente despreciable para el alcance de nuestra investigación.

Cada grupo de país o regiones define un nivel de inventario normal. Esto se basa en niveles históricos de oferta y demanda. Cabe hacer la aclaración que tenemos en cuenta la estacionalidad de los productos derivados del petróleo. Sobre todo en épocas de invierno en el hemisferio norte. Podemos ver que en épocas de verano los países miembros de la OECD aumentan sus inventarios y en época de invierno estos disminuyen en gran proporción. Como resultado la estacionalidad es una muestra del buffer entre la brecha de la oferta y la demanda.

Estos movimientos son los normales. Para lo que a nosotros nos será el inventario esperado.

La siguiente fórmula muestra los niveles normales.

$$I_t^* = I_{t-1}^* + S_t^* - D_t^* \quad (21)$$

Un detalle no menor es que los componentes de la ecuación recién mencionada es independiente del precio. Esto se debe a que son determinados empíricamente por resultados históricos.

A continuación veremos la fórmula con la letra R que denota el relativo. Esto sería inventario, oferta y demanda relativos. Esta ecuación es el resultado de la resta entre las dos anteriores.

$$RI_t = RI_{t-1} + RS_t - RD_t \quad (22)$$

En nuevo inventario relativo si depende del precio, por lo tanto se agrega. Cabe aclarar que el inventario del periodo previo no depende del precio ya que es un valor dado.

$$RI(P)_t = RI_{t-1} + RS(P)_t - RD(P)_t \quad (23)$$

Esto nos sirve para ver como responde el inventario a las variaciones no planificadas de demanda y oferta. Si bien esto es una simplificación nos permite ir estudiando por partes el diagrama causal.

$$P = f(RS_t, RD_t) \quad (24)$$

Podemos ver que el precio de equilibrio esta formado por la oferta y la demanda relativa por la relación que tiene de inventario relativo.

El inventario de equilibrio sufre variaciones con tres factores exógenos:

- Movimientos en la curva de la oferta
- Movimientos en la curva de la demanda
- Movimientos en el valor del inventario

Por ahora nos enfocaremos en los primeros dos.

$RS < 0$ Esta relacionado con un corte en el suministro, problemas en los países de la OPEC, accidentes en las líneas de suministro etc.

$RD > 0$ Esta relacionado por lo general con clima de extremo frio o crecimiento inesperado de la actividad económica.

Como la oferta y la demanda son independiente del precio porque los determina el valor histórico, entonces,

$\Delta RS = \Delta S$ y $\Delta RD = \Delta D$ ya que $RS = S - S^*$ y $RD = D - D^*$ en un dado periodo de tiempo t . $\Delta S^* = \Delta D^* = 0$ Esto se debe a que los valores normales siempre se mantienen constantes en el periodo.

$$\Delta RI = \Delta RS - \Delta RD \quad (25)$$

En primer lugar ahora consideraremos un movimiento en la oferta. Dividimos todo por ΔRS .

$$\frac{\Delta RI}{\Delta RS} = \frac{\Delta RS}{\Delta RS} - \frac{\Delta RD}{\Delta RS} \quad (26)$$

Ahora agregamos una variación de precio para estudiar como se comporta ante una variación de la oferta

Precio del Crudo

$$\left(\frac{\Delta RI}{\Delta P}\right) \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta RS}\right) = 1 - \left(\frac{\Delta RD}{\Delta P}\right) \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta RS}\right) \quad (27)$$

En el caso que el inventario no respondiera a las variaciones $\Delta RI/\Delta P \cong 0$, y reemplazando en la ecuación anterior obtendríamos que $\Delta RD = \Delta RS$. Esto quiere decir que la demanda debería caer lo mismo que lo que caiga la oferta.

En el caso de que $\Delta RS < 0$ y no haya inventarios usables entonces el precio del commodity subiría muy rápido en el corto plazo.

En otras palabras cuando existen inventarios el cambio en la demanda observado es mas chico que el cambio en la oferta.

Esto se debe principalmente a que mucho consumidores finales no están dispuestos a alterar su estilo de vida, sus tecnologías para la producción, sus organizaciones, sus inversiones en el corto plazo.

Si asumimos la posibilidad de utilizar inventarios entonces tendríamos

$$\Delta RD/\Delta RS < 1 \text{ o } |\Delta RD| < |\Delta RS|.$$

$$\left(\frac{\Delta RI}{\Delta P}\right) \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta RS}\right) = 1 - \left(\frac{\Delta RD}{\Delta P}\right) \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta RS}\right) > 0 \quad (28)$$

De esta manera podemos concluir que cuando decrece.

$\Delta RI/\Delta P < 0$ entonces, ya que un decrecimiento en la oferta aumenta el precio $\Delta P/\Delta RS < 0$.

Similarmente, a corto plazo, una inesperada subida en la demanda de petróleo puede que no sea totalmente absorbida por el aumento de la oferta. El precio subiría significativamente si no hubiera inventario que respondiera a los cambios de precio. Similar al argumento utilizado anteriormente podemos ver que

$\Delta RI/\Delta P < 0$ cuando la razón del cambio en el precio es provocado por un cambio en la demanda.

Las siguientes tablas muestran como la demanda relativa de inventario de petróleo esta inversamente relacionada con el sport Price, indicando que, el inventario relativo en el corto plazo juega un rol fundamental en cuanto a absorber las variaciones inesperadas del mercado.

Group and Regional Elasticity		
Region ^a	Elasticity	p-value
Total ^b	-0.0263	0.0401
G-7	-0.0263	0.0166
Non G-7	-0.0827	0.0006
Europe	-0.0578 ^c	0.0033
Europe 2	-0.0389 ^c	0.0700
N. Europe 10	-0.0571 ^c	0.0122
N. Europe 8	-0.0437 ^c	0.0877
Scandinavia	-0.1095	0.0019
S. Europe 5	-0.0409	0.0000
N. America	-0.0353	0.0116

Tabla 1 Elasticidad Regional

Precio del Crudo

Country Elasticity			
	Elasticity	p-value	GDP (in Billions \$) ^g
Austria	-0.0674	0.2390	231.92
Belgium	-0.1303	0.0000	253.51
Canada ^a	-0.0362	0.0611	634.38
France ^b	-0.0514	0.0332	1450.22
Ireland ^c	-0.0612	0.2940	82.74
Japan ^c	-0.0587	0.0609	4581.64
Luxembourg ^d	-0.1585	0.0044	18.50
Mexico ^b	-0.1069	0.0957	416.12
Netherlands	-0.1604	0.0025	393.68
Norway ^e	-0.1299	0.0185	153.09
Spain	-0.0330	0.0499	564.21
Sweden	-0.1810	0.0000	240.56
Turkey ^a	-0.0363	0.1536	191.29
United Kingdom	-0.0477	0.0001	1328.13
United States ^f	-0.0495	0.0001	8574.37

Tabla 2 Elasticidad por Países

Ahora, vamos a describir un poco el otro enfoque posible para encarar el estudio del stock. Este modelo es el llamado Convenience Yield.

Consideramos la siguiente estrategia, tomamos deuda en el momento t para comprar Q barriles de petróleo a un precio P por barril. Suponemos que le pagamos una cantidad C a la persona dueña del deposito donde almacenamos el barril por un año.

De esta manera tendríamos que tomar prestado:

$$(P_t + C_t)xQ \quad (29)$$

Entonces, incluyendo la tasa de interés, deberíamos devolver al plazo de un año:

$$(1 + i_t)x(P_t + C_t)xQ \quad (30)$$

Por supuesto que no sabemos cuanto va a ser el precio del barril en un año, pero si tenemos cierta expectativa en cuanto al valor que podría tener basándonos en la información disponible en la actualidad. EP seria el valor esperado.

$$E_t P_{t+1} > P_t + C_t^* \quad (31)$$

Donde C_t^* refleja el valor combinado del costo de almacenamiento y el costo de intereses.

$$C_t^* = i_t P_t + (1 + i_t) C_t \quad (32)$$

Supongamos que $P_{t+1} > P_t + C_t^*$, entonces todo el mundo pensaría que se puede obtener un beneficio comprando barriles hoy, almacenándolos y vendiéndolos dentro de un año. Si hubiera suficientes inversores neutrales al riesgo, entonces, el precio tendería a subir. A medida que mas inversores empiezan a almacenar barriles el valor esperado EP empieza a bajar.

Se produce la siguiente inequidad:

$$E_t P_{t+1} < P_t + C_t^* \quad (33)$$

Entonces ahora todo aquel que almacene va a esperar perder dinero.

Esto no quiere decir que todos los tanques de petróleo vayan a estar vacíos ya que la industria los necesita para innumerables cantidades de usos diferentes.

Podríamos pensar los factores antes mencionados como costos negativos de almacenamiento en la forma de un beneficio para la inversión de almacenar barriles, esto se llama convenience yield. Podemos ajustar la formula anteriormente mencionada usando un C que sustraiga de los costos los beneficios mencionados. De esta manera, quedaría:

$$E_t P_{t+1} < P_t + C_t^\# \quad (34)$$

Entonces, llegamos a la conclusión que la siguiente relación debería mantenerse en equilibrio:

$$E_t P_{t+1} = P_t + C_t^\# \quad (35)$$

Se podría sofisticar el modelo agregando al $C_t^\#$, llamado cost of carry, una prima por riesgo que modifique la cantidad que quieren almacenar los inversores.

Estamos obligados a aclarar las limitaciones de este segundo modelo. Si bien en la teoría es muy lógico, en la práctica hay una infinidad de factores que influyen en el precio y hacen que sean bastante más difíciles de predecir.

4.5. Verificación y Validación

La validación del modelo consiste en asegurar que el mismo representa correctamente el sistema real bajo estudio. Normalmente, la validación se logra a través de la calibración que es un proceso iterativo mediante el cual se va comparando el modelo con la realidad y ajustando las discrepancias hasta reducirlas a un nivel aceptable establecido. Dicho esto, la tarea de validación requiere disponer de datos reales para su comparación con los resultados obtenidos con el modelo lo que es posible sólo si el sistema modelado existe.

Lo que vamos a validar es:

- Supuestos del modelo
- Las relaciones del sistema
- Los usos, si el modelo es útil para lo que fue creado

La forma de la validación que utilizaremos será comparando los supuestos con datos históricos. Así llegaremos a que las relaciones adoptadas son válidas. Para ello relacionaremos las variables entre sí.

4.5.1. Demanda - Precio

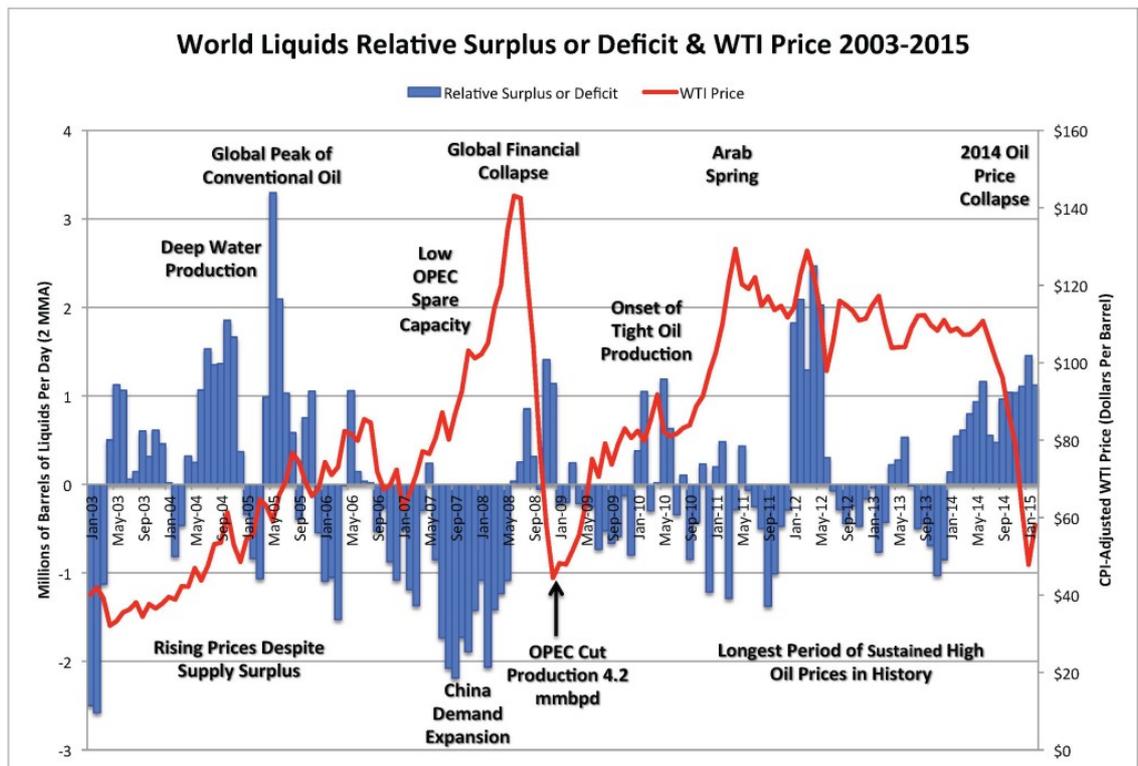


Figura 24 superávit o déficit de la demanda de petróleo con relación al precio

En la Figura 24 analizamos el superávit o déficit de la demanda de petróleo con relación al precio, y vemos que esta directamente relacionado. Cuando la demanda es superior a la oferta el precio aumenta y viceversa.

4.5.2. PBI – Demanda Energía – Demanda Petróleo

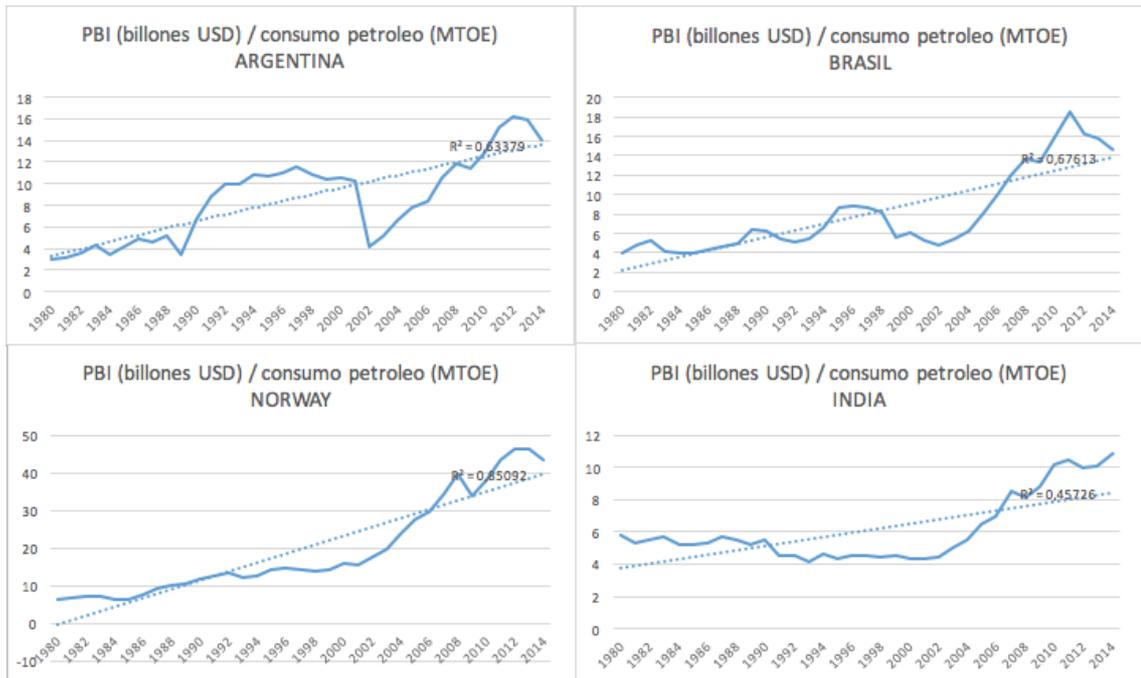


Figura 25 PBI en mil millones de dólares sobre el consumo de petróleo en millones de toneladas

Utilizando los datos históricos del PBI y la demanda de petróleo de distintos Países como Argentina Brasil Noruega e India, vemos que todos los casos la correlación es muy alta.

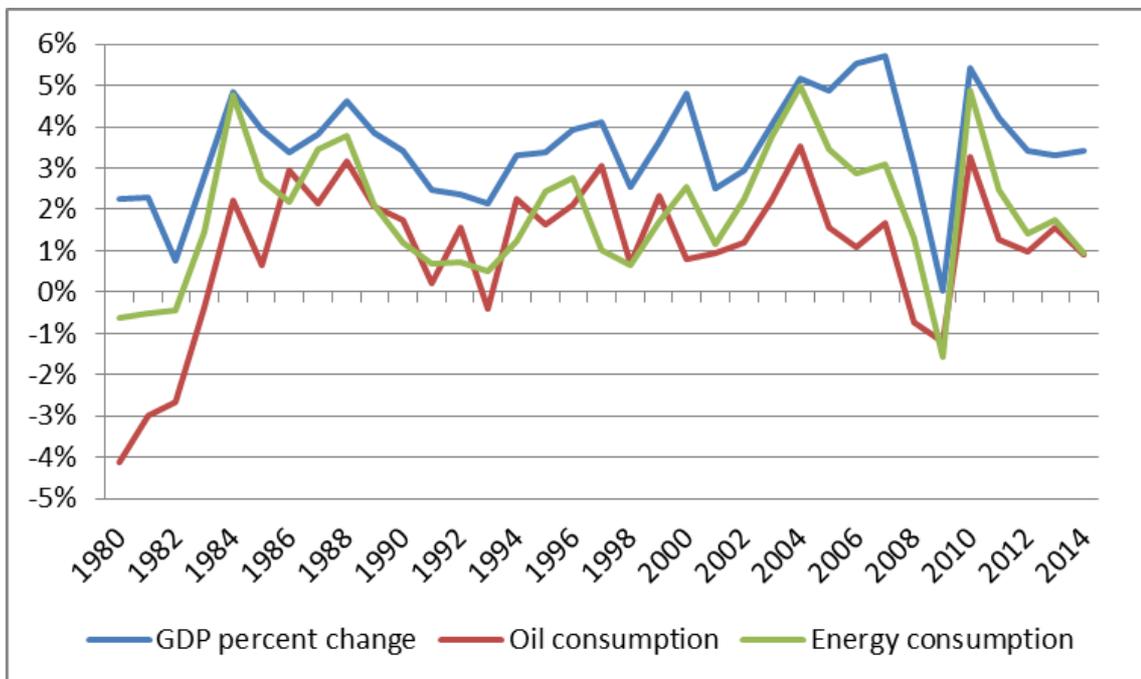
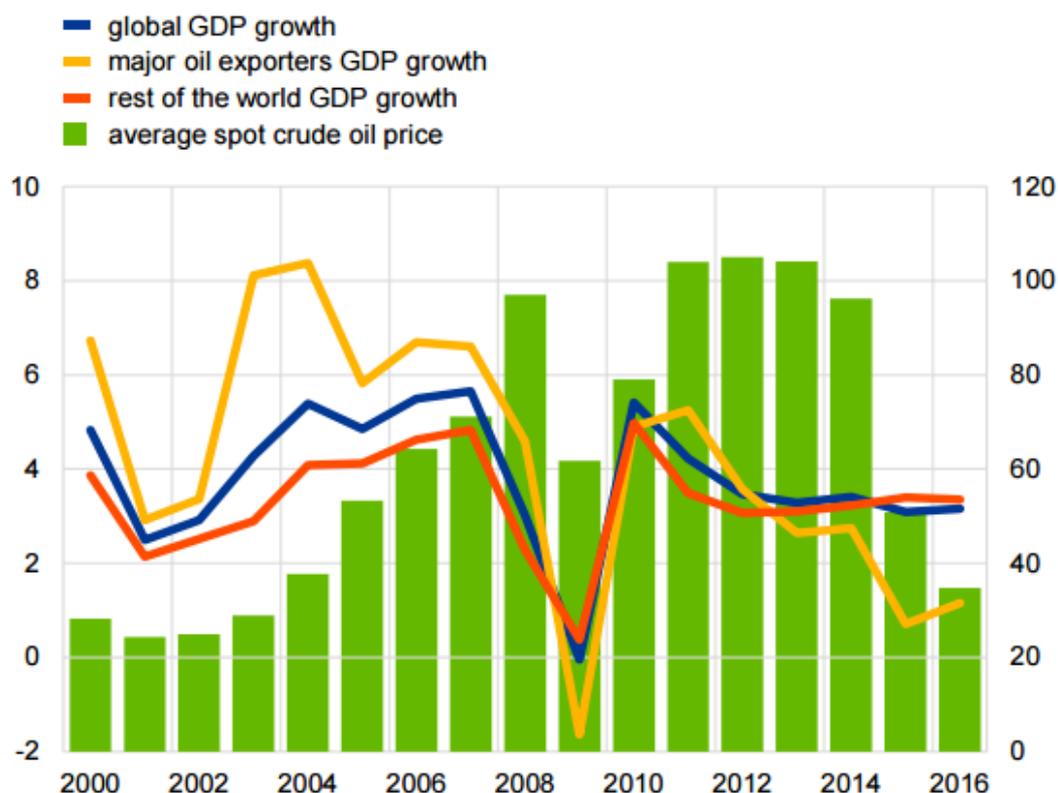


Figura 26 Relacion entre el PBI, el consumo de petróleo y de energía

El gráfico muestra el porcentaje de cambio del PBI mundial, el consumo mundial de petróleo y el de energía. Al aumentar el PBI, el consumo de energía también lo hace, con lo que la demanda de petróleo está directamente relacionada, ya que el 30% de la energía mundial proviene del petróleo. Con esto queda validada esta relación.

4.5.3. PBI – Precio

(left-hand scale: annual real GDP growth in percentages; right-hand scale: annual average spot crude oil price in US dollars per barrel)



Sources: IMF and ECB staff calculations.

Figura 27 En azul crecimiento porcentual del PBI mundial, en amarillo de los países exportadores de petróleo y en rojo del resto del mundo. Las columnas verdes representan el precio promedio del crudo

Para validar la relación entre el crecimiento del PIB y el precio del petróleo tomamos datos históricos y los analizamos en un gráfico donde se aprecia la correlación directa, mas que nada con los países exportadores de petróleo y se demuestra un lag existente de casi un año entre que varía el crecimiento del PIB hasta que varía el precio.

4.5.4. Precio – KW Energía Renovable

Para validar esta relación comparamos la tasa de crecimiento de la energía renovable observando como al disminuir bruscamente el precio del petróleo en 2015 influyo en la tasa de crecimiento de la energía renovable. Como datos vamos a analizar el siguiente gráfico.

Average Annual Growth Rates of Renewable Energy Capacity and Biofuels Production, End-2010 to End-2015

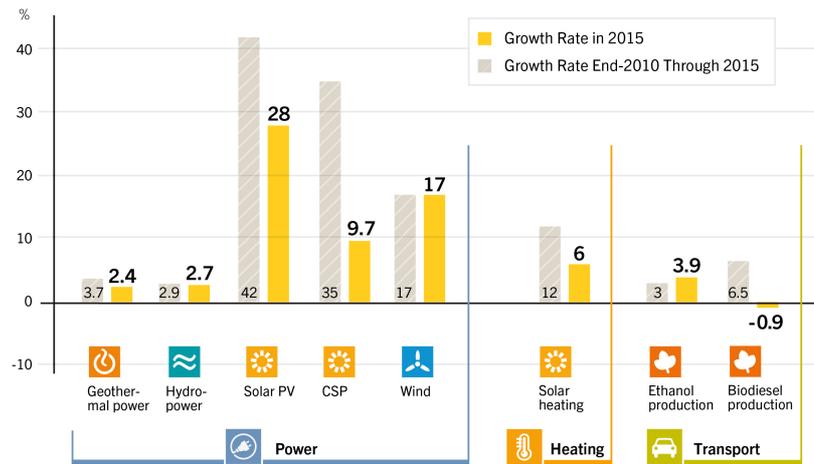


Figura 28 Promedio de crecimiento de energías renovables entre 2011 y 2015

En la Figura 28 vemos como en promedio desde el 2010 hasta el 2015 la tasa de crecimiento de la producción de kW de energía renovable es mayor en todos los tipos de energía. Con lo que llegamos a la conclusión de que algo altero este crecimiento y lo podemos relacionar con el precio del petróleo y con la tasa de crecimiento del consumo de energía mundial que en 2015 también tuvo una rebaja de casi la mitad, pasando de 1,9% en promedio de los últimos 10 años a 1% en 2015

4.5.5. Tasa de Interés – Precio

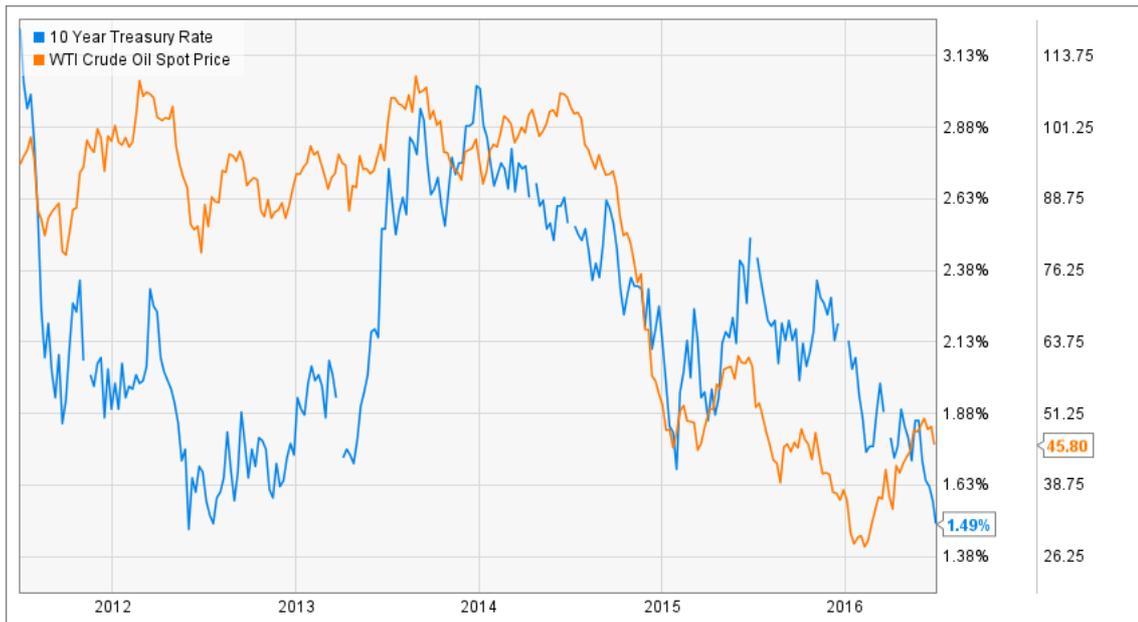


Figura 29 Relación entre la tasa de interés de bonos a 10 años y el precio del crudo WTI

Relacionamos las variables precios spot WTI con la tasa de interés de bonos de 10 años emitidos por la tesorería de estados unidos como muestra la Figura 29.

4.5.6. PBI - Inversiones

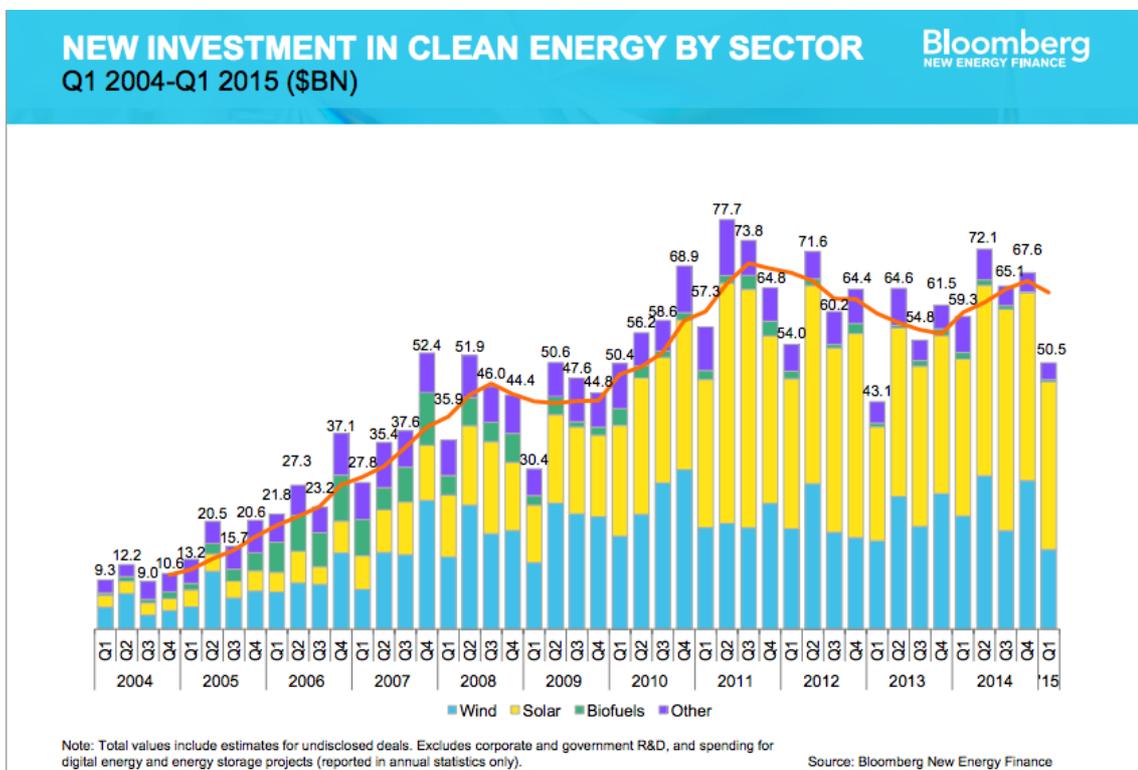


Figura 30 Inversiones anuales de energía renovable desde 2004 a 2015

Precio del Crudo

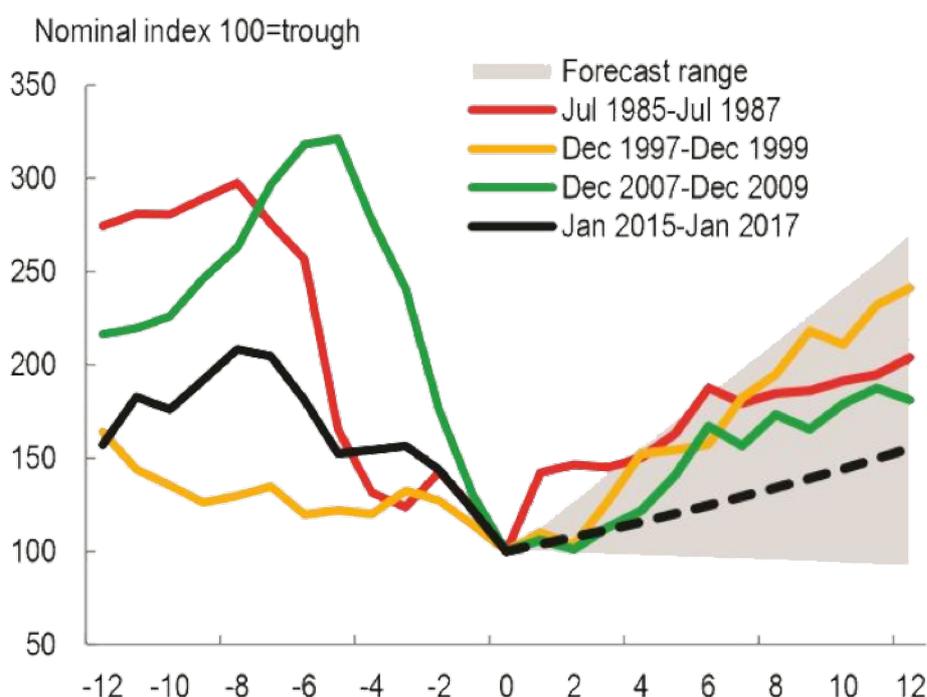
Hay una muy alta correlación entre la inversión de Energías Renovables y el crecimiento del PBI real, como muestra la Figura 30.

5. FORECAST

En esta sección vamos a analizar los posibles escenarios de precios futuros del petróleo tomando a distintos autores como ejemplo.

5.1. Casos históricos

Oil prices during collapse and recovery episodes, monthly



Source: World Bank.

Nota: Las Líneas indican el precio del petróleo 12 meses antes y después. La línea punteada indica el forecast y la región oscura indica el rango de forecast de la investigación de los 6 bancos más grandes en Enero 2016

Una forma de prevenir precios futuros es tomando casos anteriores y comparar con las variaciones de precios pasadas y tener en cuenta la posibilidad que el pronóstico sea similar. Para ello se tomaron los datos de los mínimos históricos 1986, 1998, 2008 y el actual 2016, en el gráfico 100 es el valor del precio actual.

Sin embargo, en este contexto los riesgos incluyen:

Un aumento más grande de lo esperado de las exportaciones de Irán y una posible recuperación de las exportaciones de Libia

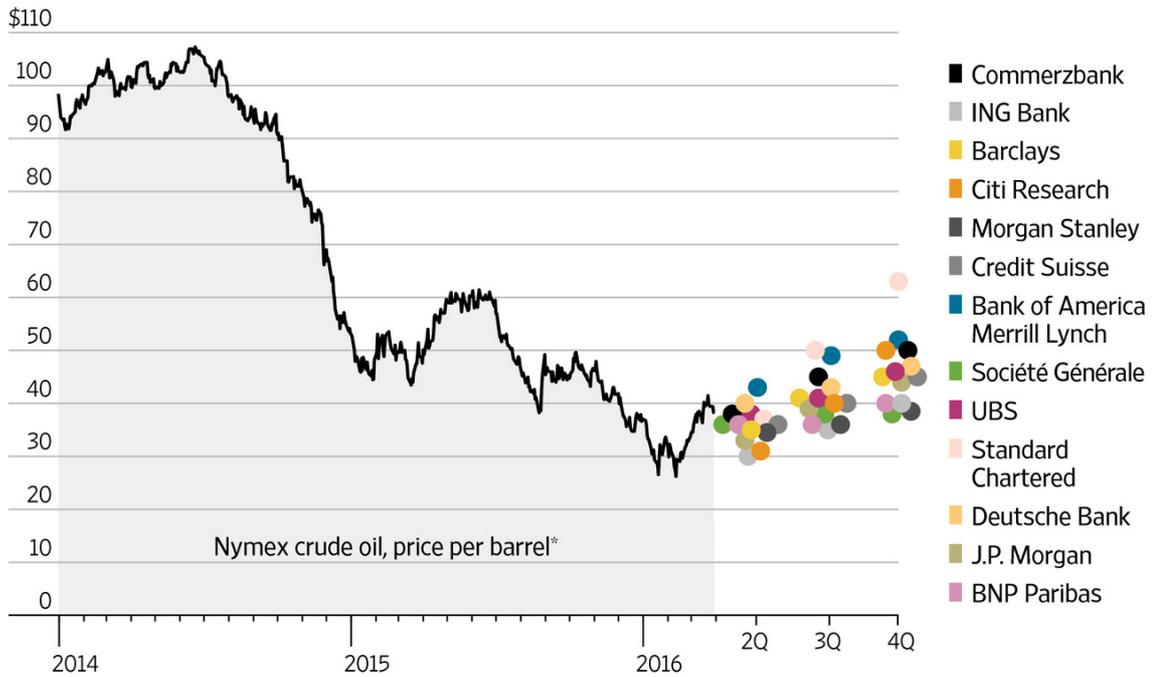
Como conclusión, los precios pueden caer aún más hasta reducir la producción y la inversión, especialmente para EE.UU, aunque los países de la non-OPEC podrían tener descenso de producción, podría haber una lenta expansión de las exportaciones de Irán

y una posibilidad de interrupciones entre los principales productores de la OPEP (Irak, Nigeria y la República Bolivariana de Venezuela), debido a los conflictos internos.

5.2. Previsiones por datos de Bancos

Looking Ahead at Oil Prices

Where investment banks currently (March 2016) see the price per barrel of U.S. crude-oil futures in the next few quarters



*Through March 30

Source: WSJ Market Data Group (Nymex crude prices); the companies

THE WALL STREET JOURNAL.

Una encuesta de 13 bancos de inversión por The Wall Street Journal muestra que el pronóstico para el precio del crudo Brent (referencia en los precios del petróleo internacional) en promedio será de \$ 40 por barril este año, y el West Texas Intermediate, el indicador de EE.UU., en promedio será de \$ 39 por barril.

5.3. Beneficiarios y Perjudicados

COUNTRIES AT RISK

Low oil prices will adversely affect countries throughout the world.



El petróleo es el producto más importante geopolíticamente, y el cambio estructural en los mercados del petróleo ha producido ganadores y perdedores. Entre 2011 y 2014, los principales productores de petróleo se acostumbraron a precios por encima de \$ 100 por barril y fijan sus presupuestos en consecuencia. Para muchos de ellos, mientras el precio sea bajo será un período difícil. Cada país tiene su propio nivel particular de tolerancia.

6. CONCLUSION

En primer lugar, podemos decir que el modelo desarrollado destaca lo que se buscaba, la relación entre las distintas variables que influyen en la formación del precio del petróleo y como estas influyen o incentivan la inversión y posterior adopción de nuevas tecnologías alternativas.

Este proyecto final tiene que servir como disparador para futuras investigaciones ya que es un tema de actualidad y fundamental para los próximos años. Teniendo un rol preponderante para las generaciones futuras. En los próximos 20 a 30 años vamos a ver más cambios en la industria y en el transporte que en ninguna otra época, como destaca Jeremy Rifkin en su libro “La tercera revolución industrial”. Sin lugar a dudas compartimos su opinión, actualmente estamos presenciando el comienzo de una nueva revolución industrial. Tal como el uso del vapor revolucionó la industria y la vida de las personas aumentando la calidad de vida y acelerando la generación de riqueza como nunca antes, la nueva revolución industrial hará lo mismo. Va a generar nuevas fuentes de trabajo, va a cambiar la forma en que interactuamos con el medio ambiente, va a generar una transferencia de riqueza y, sobre todo, va a mejorar la calidad de vida de las generaciones futuras.

Si bien el precio del petróleo es un factor muy importante para determinar el ritmo de adopción de energías alternativas, con el paso del tiempo esta relación va a ir disminuyendo. Esto se debe a varios factores. Principalmente, a que por ahora el petróleo no es el principal competidor de las energías renovables sino que lo son el gas y el carbón. A nivel mundial solo el 5% de la generación de energía se realiza con productos derivados del petróleo. La razón por la cual el precio del petróleo puede influenciar la adopción de energías alternativas es por el gas que se extrae de los mismos pozos de donde se obtiene el crudo. Ya que muchas veces en un mismo pozo se encuentra gas natural.

Por otro lado, si bien las energías renovables están siendo cada vez más económicas, en muchos países todavía son muy costosas en relación al kilowatt de potencia obtenido.

Podemos ver, que en la matriz energética del futuro no va a haber un solo tipo de energía predominante sino un portfolio de diferentes fuentes, donde cada una tenga un rol importante. Esto se debe a que el petróleo no va a existir por siempre, el sol no siempre brilla, y el viento no siempre sopla. La combinación de estas distintas fuentes debe servir para cubrir las debilidades de cada uno y así también para potenciar los beneficios para la humanidad.

Si bien las energías renovables son una inversión costosa hoy en día, los desarrollos tecnológicos, las vuelven cada vez más viables, desde la generación hasta el almacenamiento de la misma. Todavía queda un largo camino por recorrer, pero vale mencionar que muchos países ya están apostando fuerte al desarrollo de las energías

renovables. Por ejemplo, China en el año 2013 invirtió más en energías renovables que todo Europa.

Por otro lado, el carbón va a seguir teniendo una gran importancia en lo que respecta a la generación de energía, sobre todo en países emergentes como China e India. Sin embargo, hay ciertas industrias donde el petróleo es la principal fuente de energía, como lo es la industria del transporte. Tanto el transporte marítimo, como el aéreo y el terrestre, se desarrollan con productos derivados del petróleo, y es difícil que esto cambie en el corto plazo. En primer lugar, porque todavía existe una gran dependencia con el precio de combustible. En segundo lugar, como dijimos anteriormente, el sol no siempre brilla, el viento no siempre sopla. Esto vuelve complicada la implementación de energías renovables en la industria del transporte, hasta que no se logren desarrollos importantes en materia de almacenamiento de las mismas.

Por otro lado, un tema fundamental es el espacio. No hay lugar físico donde sin ningún peligro se instale la cantidad de paneles solares, turbinas eólicas, etc necesarios para que generen el 100% de la energía necesaria. No es un tema menor que en algunas industrias se podría empezar a implementar energías alternativas en forma parcial. Por ejemplo paneles solares en buques y aviones y utilizar la energía alternativa en una proporción de la energía total. De todas maneras para esto todavía se necesitan mayores mejoras en la tecnología y mayor reducción de costos asociados.

Luego de haber estudiado el tema, pensamos que hay varias alternativas que pueden aplicar los distintos países para acelerar la implementación de una matriz.

- Bonos de carbono.
- Subsidios al desarrollo de tecnologías. Beneficios fiscales
- Políticas de préstamos de entidades supra naciones a países emergentes para que inviertan

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Páginas Web

U.S. Energy Information Administration (EIA) <www.eia.doe.gov>

International Energy Agency <www.iea.org>

WTRG Economics <www.wtrgeconomics.com>

Commodity Futures Trading Commission <www.cftc.gov >

BP Global <www.bp.com>

CNN money <www.money.cnn.com>

The Guardian Newspaper <www.guardian.co.uk>

The Wall Street Journal <www.online.wsj.com>

Deutsche Bank <www.db.com>

Investopedia <www.investopedia.com>

Bloomberg <www.bloomberg.com>

Yahoo Finance <www.finance.yahoo.com>

International Monetary Fund <www.imf.org>

Stratfor <www.stratfor.com>

7.2. Libros

Banks, Ferdinand E. 1980. The Political Economy of Oil. Toronto, Canada: Lexington Books. Jorion, Philippe. 2007. Value at Risk; The new benchmark for managing financial risk.third

edition ed. United States: McGraw Hill International Eddition.

Malkiel, B.G. (2003): The Efficient Market Hypothesis and its Critics, CEPS Working Paper No.91, Princeton University.

Noreng, Øystien. 2002. Crude power : Politics and the oil market. Release London: I.B. Tauris & Co Ltd, 2002

7.3. Brief

Behavioural Approach to Oil Price Dynamics 2009