



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y  
EMPRESARIALES**

**LA ELECTRICIDAD COMO NUEVA COMMODITY.  
FIN DE LA DEPENDENCIA EN EL PETRÓLEO, UN  
BIEN FINITO.**

Autor: Pablo Naranjo Pelayo

Director: P<sup>a</sup> Raquel Redondo Palomo

Madrid

Junio 2015

**LA ELECTRICIDAD COMO NUEVA COMMODITY. FIN DE LA  
DEPENDENCIA EN EL PETRÓLEO, UN BIEN FINITO.**



## Índice

1. Introducción .....	7
1.1. Motivación .....	7
1.2. Objetivos .....	7
1.3. Metodología Empleada .....	8
2. Marco Teórico .....	9
2.1. El Petróleo.....	9
2.1.1. Historia del Petróleo, ¿cuándo se descubrió?, ¿usos?, ¿automoción? .....	9
2.1.2. El petróleo hoy en día. Precios, gráficos y acontecimientos. ....	11
2.1.3. El combustible de ayer. ....	13
2.2. Las Commodities .....	14
2.2.1. Historia de los futuros y de las commodities.....	15
2.2.2. Las commodities hoy en día.....	15
2.2.3. Energía Eléctrica .....	17
3. La nueva commodity .....	17
3.1. Actualidad .....	18
3.1.1. Situación Actual .....	18
3.1.2. Fuentes de Electricidad.....	22
3.1.3. Consumo, producción y exportación energética.....	24
3.2. Problemas de una Commodity Peculiar .....	31
3.2.1. Transporte .....	31
3.2.2. Almacenamiento .....	32
3.3. Instrumentos Financieros sobre la Electricidad .....	35
3.3.1. Modelo Pool o <i>Electricity Pooling</i> .....	37
3.3.2. Modelo Bilateral o Bilateral Trading.....	39
3.3.3. Futuros en el Mercado Actual .....	42
4. Conclusión.....	44
4.1. ¿Por qué esta nueva commodity? ¿Cuáles son sus beneficios? .....	44
4.2. Problemática de almacenaje y transporte. Exportadores .....	45
4.3. Mercado Bursátil Eléctrico Global .....	46
5. Bibliografía.....	47
6. Anexo: Ejemplo de futuro del NASDAQ OMX .....	49

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1:</b> “Precios ajustados del petróleo según inflación” .....	<b>11</b>
<b>Ilustración 2:</b> “Evolución Cotizaciones Mensuales Crudo – Brent”.....	<b>12</b>
<b>Ilustración 3:</b> “Clasificación de las Commodities”.....	<b>16</b>
<b>Ilustración 4:</b> “Participación de las fuentes de energía primarias en España (00-12)” ..	<b>21</b>
<b>Ilustración 5:</b> “Principales productores de electricidad mundial – 2013” .....	<b>24</b>
<b>Ilustración 6:</b> “Principales consumidores de electricidad mundial – 2013” .....	<b>26</b>
<b>Ilustración 7:</b> “Principales exportadores de electricidad mundial – 2013” .....	<b>27</b>
<b>Ilustración 8:</b> “Principales importadores de electricidad mundial – 2013” .....	<b>28</b>
<b>Ilustración 9:</b> “Comparativa Estados Unidos Secotr Eléctrico (esc. Logarítmica).....	<b>29</b>
<b>Ilustración 10:</b> “Predicción Tipos de Batería” .....	<b>33</b>

## RESUMEN

El fin de la dependencia global en un bien finito como es el petróleo está al caer. La nueva mentalidad tecnológicamente progresista va dejando atrás a la era del *oro negro*. Los avances en distintas materias van sustituyendo una forma de energía de la que llevamos subordinados más de 150 años. Los nuevos problemas medioambientales y demográficos suponen un reto para una sociedad con miopía crónica ulterior a largo plazo.

La electricidad está llegando a todos los rincones del mundo, con un mercado por detrás regulado nacionalmente y con poca posibilidad de futuro si permanece así. Además existen pocos instrumentos financieros supeditados a un activo subyacente con tanta importancia como es la electricidad.

No se trata de un mercado con poco futuro sino de un mercado relativamente reciente y que requiere una investigación exhaustiva y costosa. Es por ello que existen problemas como el almacenamiento, que no existen baterías lo suficientemente grande como para poder tratar este bien como una commodity cualquiera; o el transporte, que para las líneas eléctricas actuales se utilizan materiales poco eficientes en el que perdemos una cantidad de energía crucial en largas distancias.

Es por ello que el trabajo trata con certeza de una previsión futura sobre el mercado bursátil internacional de la electricidad, que va a condicionar el porvenir del mercado energético global. Un mercado condicionado por una combinación del modelo binomial y el modelo pool para establecer un precio justo de la commodity.

De esta manera la electricidad ocupa su lugar con otras commodities, ya sea para meros inversores o multinacionales eléctricas que requieran abastecer a poblaciones enteras.

**Palabras clave:** commodity electricidad, commodity eléctrica, fin petróleo, mercado eléctrico bursátil, globalización eléctrica, modelo binomial, modelo *pool*.

## ABSTRACT

The end of a global dependency on a finite well such as oil is, it is about to happen. The new technologically progressive set of mind is leaving behind the *black gold* age. The progresses in different subjects have been substituting a kind of energy that we have been dependents for over 150 years. The new environmental and demographic problems are a challenge to a society with long-term chronic myopia without a sense of future.

The electricity is getting to every single house, with a national regulated market behind and without a certain future if going the same way. Moreover, there are few financial instruments subordinated to an underlying asset as important as electricity is.

It is not about a market without a future but a relatively recent market that needs exhaustive and expensive investigation. This is why there are problems such as storage, because there is no battery with enough capacity for being a normal commodity; or such as transportation, because we have low efficient materials that involve an energy loss to conduct the electricity over long distances.

This is why this paper brings with certainty a forecast about the global electricity market, which is going to determine the future of the global energy market. The electricity market is the result of the combination of the two market models, binomial trading and electricity pooling, to establish the price of the new commodity.

This is how the electricity takes his place among other commodities, either by mere investors or by electrical multinational that want to supply whole cities.

**Keywords:** electricity commodity, electric commodity, end of oil, electrical market, electric internationalization, binomial trading, electricity pooling.

# **1. Introducción**

## **1.1. Motivación**

Hace unos años me sentí atraído por los mercados financieros y la manera en la que se comportan frente a cambios en el entorno. Desde entonces he ido investigando e informándome diariamente de lo que iba sucediendo y ver cómo influía en el mercado en general y en particular en diferentes empresas.

A lo largo de estos años, dadas las circunstancias que se dieron, el sector de la energía ha sido siempre el más movido en el mundo y en España (a excepción del bancario que ha tenido especial protagonismo con la crisis *subprime* y la estafa genérica por parte de ciertos políticos y banqueros).

Dentro de esto me ha parecido un tema cuanto menos interesante, puesto que siempre se habla de eléctricas, baterías Tesla y demás productos, instituciones o nuevas tecnologías concernientes al mercado de la electricidad. Además de esto, veo que hay poca información sobre el tema y nadie nunca ha hablado de la commodity de la electricidad tratándola como otra cualquiera.

## **1.2. Objetivos**

El objetivo fundamental del trabajo es investigar más a fondo la electricidad y la energía alternativa. Dentro de este tema analizaré la electricidad como commodity, de manera que da igual de donde proceda y la investigaré como una commodity cualquiera. Trataré de hablar de cómo se dará precio a esta nueva commodity mundial, además de resolver problemas actuales de ella como su almacenamiento y su transporte.

Al ser actualmente tratado en parte como commodity, existen muchos instrumentos financieros que pueden resultar una referencia durante la investigación. Además tenemos que ver temas de política en los principales países de manera que podamos extrapolarlo al mundo entero, ya que dependiendo del Gobierno en el que nos fijemos, habrá unas tasas sobre la energía u otras.

También en el marco teórico trataré de lidiar con el tema del petróleo y como puede decaer la dependencia en este bien, ya sea por desuso o por la agotamiento del recurso

per sé. Se habla del *Peak of Oil* en distintos libros y como este va a decaer en los próximos años previamente habiendo tocado una producción máxima.

### **1.3. Metodología Empleada**

- a) En primer lugar para tratar el tema del petróleo me he basado en libros tales como *Oil 101* (Downey, 2009). Además, para concluir la utilización de este, he usado artículos de El Economista tales como *Yesterday's fuel* (Printer Edition, 2013).
- b) Para el tema de las commodities, he tenido que recurrir a libros como *The Handbook of Commodity Investing* (Fabozzi & Kaiser, 2008) para conocer la historia de otras commodities. Además he investigado desde diferentes fuentes para ir viendo cómo dar solución a todos los problemas que plantea la electricidad como commodity (Larruskain, 2014) (Ussía, 2014) (Anderson, Hu, & Winchester, 2006).

Además de lo expuesto anteriormente, véase la bibliografía para una información más detallada de los artículos, informes y libros usados a lo largo del trabajo.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. El Petróleo

Me parece indispensable empezar este proyecto hablando del petróleo, con todos sus derivados, tocando la historia en todo su cronograma, hasta hoy en día que es una forma rudimentaria y tosca de obtener energía.

Aunque sean dos apartados, el petróleo y la energía, diferentes con un vínculo cuanto menos peculiar, parece que a lo largo de la historia han estado ligados. Y vamos viendo el cambio sustitutivo de la última sobre el primero en prácticamente todos los usos del petróleo.

#### 2.1.1. Historia del Petróleo, ¿cuándo se descubrió?, ¿usos?, ¿automoción?

Podría juzgarse la historia del petróleo como algo considerablemente reciente, aunque algunas investigaciones apuntan a que se utilizaba este componente para hacer a los barcos resistentes al agua en Oriente Medio hace más de 6.000 años.

Como no quiero entretenerme en la historia del petróleo demasiado tiempo, os transmitiré escuetamente el resumen histórico del petróleo hecho por Morgan Downey en su libro *Oil 101*.<sup>1</sup>

Ya desde el año 4.000 a.C. se utilizaba este petróleo tanto para las embarcaciones como he comentado antes, como para las carreteras y edificios usándolo como adhesivo. También se utilizó hacia el año 1.000 a.C. en China como aceite de lámparas, pero este uso no se expandió y no prosperó. Además los bizantinos usaban el petróleo para el bien conocido “*fuego griego*”.

Hasta 1859, la mayoría de las personas obtenían luz artificial a través de grasas de animales, en especial de las ballenas, que por esta sobrepesca su población se vio reducida enormemente. Fue entonces cuando el “Coronel” Edwin Drake perforó la superficie y extrajo petróleo a cantidades considerables, unos 15 barriles al día. Rápidamente le imitaron por todo el mundo, aunque el producto original por el que se extraía era por el keroseno.

Unos años más tarde se inventó el motor de combustión interna, entre los estudios del francés Alphonse Beau de Rochas en 1862 y más adelante desarrollado por el alemán Nikolaus Otto (quien patentó el motor de combustión interna de cuatro

<sup>1</sup>tiempos en 1886). Además, el motor que utiliza el diesel como combustible fue inventado en 1892 por Rudolph Diesel.

Se considera el boom del petróleo, el *oro negro*, que el barril a principios de 1860 costaba \$18 (\$375 hoy en día considerando la inflación), pasó a finales de 1861 a costar 10 centavos (\$2,60 capitalizando a nuestros tiempos).

Hagamos una pequeña mención a John D. Rockefeller, que actuó rápidamente en este boom y compró su primera refinería en Cleveland en 1865. Para el año 1890, Rockefeller ya controlaba el 90% de la producción estadounidense de petróleo. Veinte años más tarde se usó el *Sherman Antitrust Act* de 1890 para dividir su firma, por sus prácticas contra la competencia abusivas que habían creado un monopolio.

Hasta el descubrimiento de Spindletop en 1901, ningún pozo de extracción producía más de 50 barriles al día (un barril serían aproximadamente 160 litros de petróleo). Fue entonces cuando se descubrió este pozo en Beaumont, Texas, que desde sus comienzos ya producía unos 50.000 barriles al día (pronto duplicó esta producción). Este único pozo movía el 20% de la producción total estadounidense de barriles en esta época.

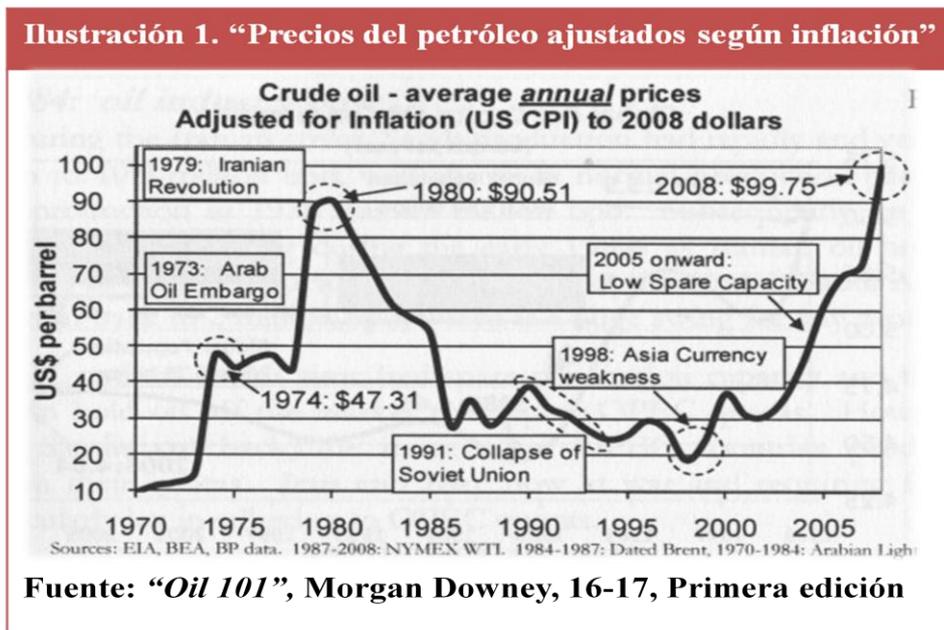
Entonces empieza la era de la automoción, impulsada por Henry Ford y la producción en cadena de su Ford T, que en un principio podía utilizar como combustible derivados del maíz y el trigo puesto que la gasolina y el diesel no tenían tan buena acogida. Rápidamente, y tras el descubrimiento de Spindletop y otros pozos de extracción a lo largo del globo, cambió el motor.

Tras la Primera Guerra Mundial dos tercios del petróleo eran usados para el transporte, mientras que el otro tercio restante se destinaba a una gran variedad de usos como para hacer asfalto (con bitumen) o para hacer objetos de plástico. Excepto algunas circunstancias inusuales, el petróleo nunca ha sido utilizado para dar luz o electricidad gracias al descubrimiento de la bombilla por Thomas Alva Edison en 1879, además que para la electricidad se utilizaba carbón, gas natural o energía nuclear, que todos eran relativamente más baratos.

---

<sup>1</sup> (Downey, 2009)

Después de esto el gobierno americano estableció unas restricciones sobre la cantidad de petróleo extraído diariamente en cada estado con el fin de racionar las reservas nacionales. Estas restricciones se impusieron a través de la TRC, “*Texas Railroad Commission*”, que hasta los años 70 pudieron definir el precio global de esta commodity. Más adelante se formó la OPEC, Organización de Países Exportadores de Petróleo, actualmente formada por doce países y que hasta 2005 pudieron fijar el precio del barril.

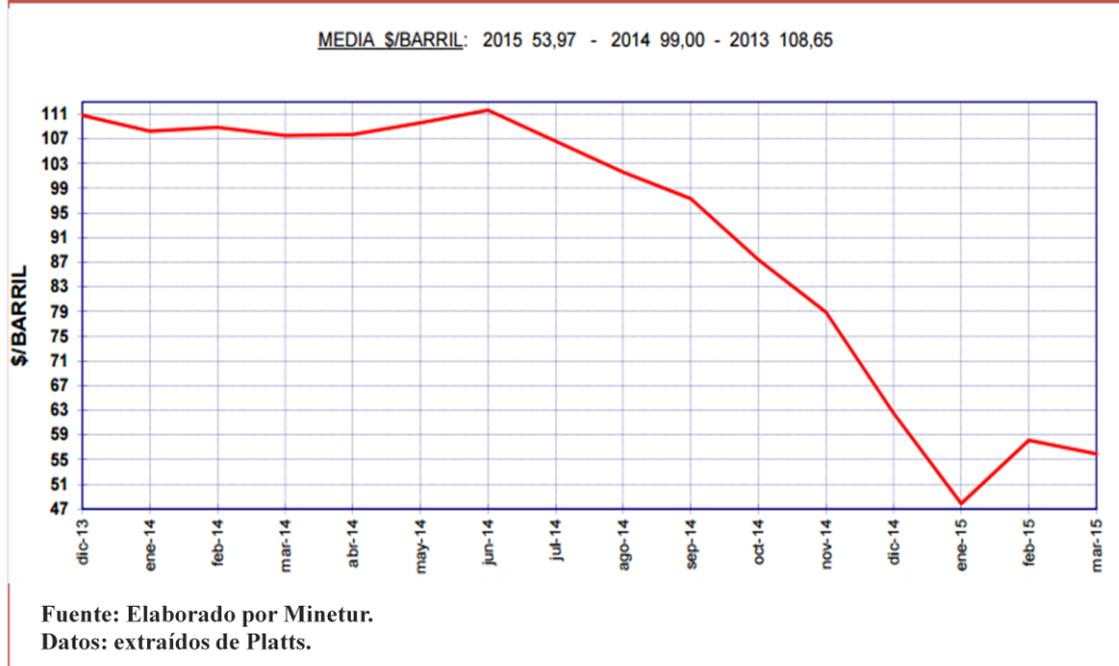


Fuera de Estados Unidos, la producción mundial del petróleo fue dominada principalmente por las “Siete Hermanas” o “*Seven Sisters*”, que, a través de fusiones y adquisiciones, se han rejunado en cuatro. A estas cuatro se les han unido otras dos para formar *The Majors* que están constituidos por: ExxonMobil, Chevron, BP, Royal Dutch Shell, ConocoPhillips y Total.

### 2.1.2. El petróleo hoy en día. Precios, gráficos y acontecimientos.

En la *Ilustración 1* hemos podido ver la evolución del precio del petróleo desde 1970 que es cuando la OPEC toma el mando de estos precios y cuando el presidente estadounidense Richard Nixon deroga la convertibilidad directa del dólar americano con respecto al oro, poniendo fin así al patrón oro. Además de esto, me ha parecido oportuno poner un gráfico de los últimos dos años y medio de cómo ha ido variando el precio de esta commodity dadas diversas eventualidades como el fracking o la guerra saudita de precios.

Ilustración 2. “Evolución Cotizaciones Mensuales Crudo - Brent”



Podemos observar como hasta finales de 2014 el precio del petróleo había aumentado por el *fracking* americano. El *fracking* es un anglicismo utilizado para definir un nuevo método para la extracción de petróleo. Es contaminante y conlleva alteraciones en el terreno, además de ser un método costoso. Por todo esto, el precio del barril tuvo que subir hasta pasados los \$100/b para que el proceso resultara rentable.<sup>2</sup>

Más adelante se dio la guerra saudita de precios, bajando el precio del barril de *brent* (un tipo de petróleo tomado como referencia para estos gráficos) hasta por debajo de los \$50/b hacia Enero de 2015. Esto se consideraba una guerra de precios de Arabia Saudí contra EEUU y su nuevo “*fracking*”, que ponía en peligro la demanda del petróleo saudita. No era el único motivo por el que Arabia Saudí bajó los precios, sino también para debilitar la economía de sus principales rivales en el continente asiático, que defendiesen a los chiitas, ya que la población era mayoritariamente sunita.<sup>3</sup>

En el día de hoy se han normalizado algo más los precios, rondando los \$65/b. Con expectativas de crecimiento ya que lleva tres meses consecutivos en ascenso.

<sup>2</sup> (Greenpeace)

<sup>3</sup> (Anónimo, 2014)

### 2.1.3. El combustible de ayer.

Un artículo de Agosto de 2013 del *Printer Editor* de El Economista, titulado “*The future of oil*”, nos da una visión del futuro de lo más acertada. Es una traducción literal que dice así: <sup>4</sup>

“(…) *En el primer mundo la demanda del petróleo ya ha tocado máximo: lleva cayendo desde 2005. A pesar de que en Beijing y en Delhi potencien el consumo, dos revoluciones tecnológicas no son suficientes como para recuperar la sed mundial de la cosa negra.(…)*”

“(…) *No nos sorprende que The Majors estén en desacuerdo. Dicen que la mayoría de mercados emergentes tienen todavía un largo camino hasta tener tantos coches, o conducir tantas millas, como América. (…)*”

“(…) *China ha impuesto recientemente medidas de consumo económico y responsable de gasolina. (…)*”

Como podemos ver, no se puede extrapolar nuestra historia con respecto al petróleo a la historia por hacer de los países emergentes. Ellos están entrando y saliendo de revoluciones industriales y tecnológicas a velocidades vertiginosas gracias a la ayuda de, o a pesar de los problemas que causa, el primer mundo.

Esto último no se puede tomar como postulado, sino como una reflexión con una investigación detrás que me ha parecido a mí de lo más acertada. Me ha parecido concluyente hablar del petróleo en primer lugar dado que es una dependencia clara que tiene nuestro mundo sobre *la materia negra*. Aun viendo lo contaminante y perjudicial que es tanto para nosotros como para el medio, seguimos utilizando puesto que implica progreso y facilidades.

Este oro negro, en todas sus vertientes y usos, se irá sustituyendo por otros materiales más tolerantes con el medio. Hoy en día, vamos viendo el progreso en muchos aspectos como en el sector automovilístico. Ya estamos fabricando vehículos híbridos o que consumen otro tipo de combustible, además de usar materiales más fuertes y menos pesados.

---

<sup>4</sup> (Printer Edition, 2013)

## 2.2. Las Commodities

Para cumplir el propósito principal de este proyecto me parece conveniente hablar de las commodities desde sus comienzos, estableciendo un marco teórico que aclarará brevemente su historia hasta nuestros días, además del tipo de comercio que tienen mediante derivados financieros que hay sobre ellas, dónde se establece este intercambio y demás temas concernientes.

Antes de empezar, voy a dar una breve introducción a los futuros. Según el libro *Introducción de los Mercados de Futuros y Opciones* de John C. Hull<sup>5</sup>, el libro por excelencia para empezar a conocer este mercado, los futuros son:

*“Un contrato a futuro es un convenio para comprar o vender un activo en cierto momento del futuro a un determinado precio.”*

Estos contratos son intercambiados en las bolsas de valores a futuro, el más importante de estos es el *CME Group*, que antes de la fusión eran: *Chicago Board of Trade*, *Chicago Mercantile Exchange* y el *New York Mercantile Exchange*. Aunque estos contratos también se pueden crear en los mercados secundarios o mercados OTC (*“Over The Counter”*).

Además de los contratos a futuro, también tenemos las opciones que, según John Hull, son:

*“Las opciones se negocian tanto en las bolsas de valores como en los mercados secundarios. Hay dos tipos de opciones: de compra y de venta. Una opción de compra brinda al tenedor el derecho a comprar un activo en una cierta fecha a un precio específico. Una opción de venta brinda al tenedor el derecho a vender un activo en una cierta fecha a un precio específico. El precio que se establece en el contrato se conoce como precio de ejercicio o precio de ejecución; la fecha que se establece en el contrato se conoce como fecha de expiración o fecha de vencimiento.”*

---

<sup>5</sup> (Hull, 2014)

En este caso, el comercio de las opciones se da en el CBOE, “*Chicago Board Options Exchange*”, que sería la mayor bolsa de comercialización de este tipo de instrumento financiero.

Dada esta pequeña introducción, dejemos claro el marco teórico de las commodities antes de entrar con el tema a tratar del estudio.

### **2.2.1. Historia de los futuros y de las commodities**

Ciertos artículos<sup>6</sup> nos indican que este tipo de contratos sobre las commodities datan de hace más de 6.000 años, y que comenzaron con el arroz.

Más adelante, nos cuenta Aristóteles en su libro *Política*<sup>7</sup>, que hacia el año 600 a.C. Tales de Mileto fue el precursor de los contratos de futuros realizando el primer contrato futuro sobre una commodity, las aceitunas. Predijo, gracias a sus dotes en astronomía, que iba a llover mucho e iba a haber una buena cosecha. Por lo que hablo con todos los agricultores y estableció contratos futuros con ellos para comprar su cosecha dado el momento. Esto lo hizo porque el resto hablaba sobre su pobreza y que cómo va a ser tan inteligente como predica si no puede ni ganar dinero. Cuando llego el momento, hubo una cosecha extraordinaria y Tales tenía la mayoría de aceitunas ya compradas. Esto le hizo rápidamente rico y demostró al pueblo lo que Aristóteles plasma en una frase:

*“(...) probando así que un filósofo puede ser rico si quisiese, pero el dinero no es algo por lo que se preocupa.”*

El siguiente dato que tenemos sobre futuros de materias primas fue hacia el siglo 17 con los samuráis.<sup>8</sup> A estos, su respectivo señor feudal, le pagaban en arroz, por lo que necesitaba vender ese arroz para suplir otras necesidades. Obviamente, y dado que su riqueza dependía únicamente del precio de mercado de esta commodity, crearon el primer centro de intercambio llamado *Dojima Rice Exchange* en 1697, que se disolvió 242 años después.

### **2.2.2. Las commodities hoy en día**

Como nos dice el libro “*The Handbook of Commodity Investing*” de Frank J. Fabozzi,<sup>9</sup> las commodities están teniendo un nuevo Renacimiento. Gracias a que los fondos de

---

<sup>6</sup> (Dumon)

<sup>7</sup> (Aristóteles)

<sup>8</sup> (Irrera, 2013)

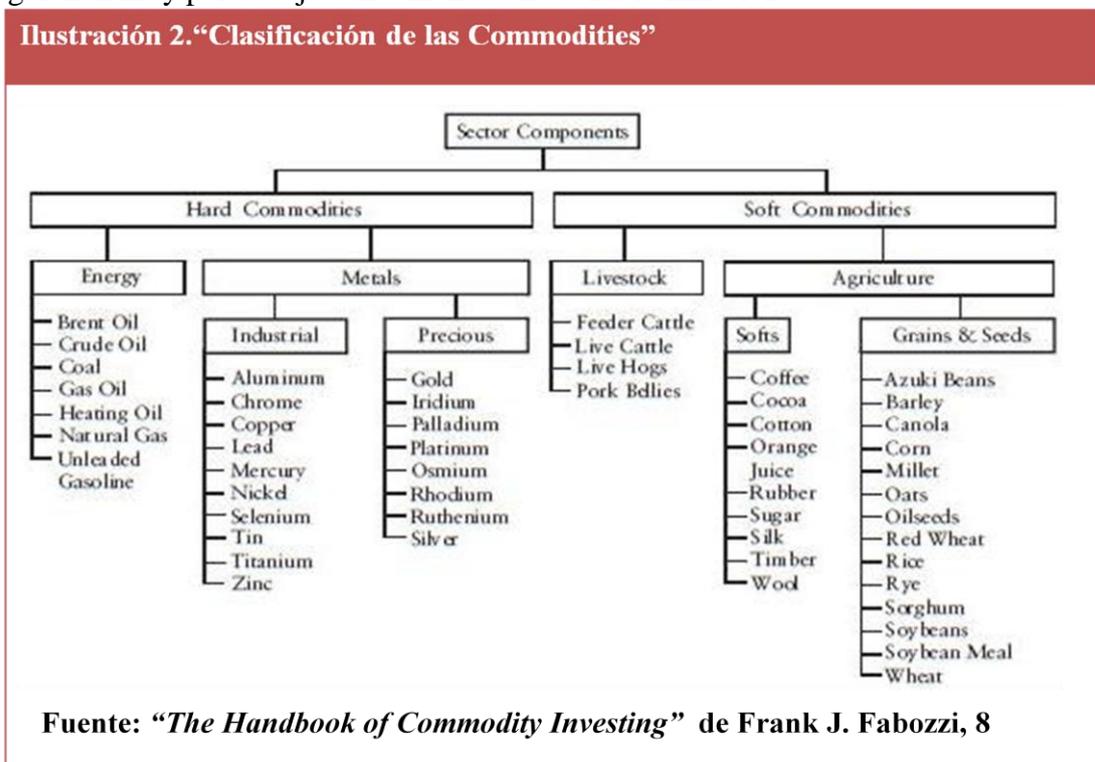
<sup>9</sup> (Fabozzi & Kaiser, 2008)

inversión y gestores de carteras han perdido ese tono conservador en sus inversiones y se han atrevido a darle una oportunidad a las opciones y futuros sobre estas materias primas. Podemos ver que existe una inflación constante en el genérico del mercado de las commodities. Muchos analistas atribuyen esta subida de precios al crecimiento de la demanda, ya sea en países desarrollados como en países emergentes sobrepoblados como India y China.

El grupo de países emergentes conocido como BRIC, está creciendo a pasos agigantados debido en parte a que la globalización y la convergencia tanto política como económica. La subida de precios se atribuye a un fenómeno denominado *commodity super cycle theory*, como Alan Heap nos muestra en su artículo “China – The Engine of a Commodities Super Cycle”:<sup>10</sup>

“Un super ciclo es una tendencia alcista prolongada (una década o más) en el precio real de las commodities, debido a la urbanización e industrialización de un país grande.”

Sabiendo esto la pregunta está en si, esto es una burbuja provisional de los precios o es un aumento tendencial genérico del precio. Si se tratase de una burbuja, los precios se regularían muy por debajo aun teniendo en cuenta la inflación.



<sup>10</sup> (Heap, 2005)

### **2.2.3. Energía Eléctrica**

Sabiendo que la electricidad es de lo que realmente trata este tema, voy a dejar claro en dónde nos encontramos con respecto a esta materia. Volviendo al libro de John Hull (2014), *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones*, para tratar este bien que tiene características cuanto menos peculiares, dado que no se puede almacenar fácilmente. El suministro máximo de cualquier localidad viene determinado por el número de plantas tenga esa región. La oferta y demanda primero se solapa en esta localidad y, si hay excedentes, se vende a las regiones cercanas. Esto constituiría el mercado de este bien, tratado como una commodity sin posibilidad de almacenamiento.

Los contratos futuros de este bien consisten en determinar un precio, una fecha y una cantidad de la commodity. Como es un bien estacional, ya que en verano hay mucha más demanda que en invierno debido a los aires acondicionados, el precio fluctúa cerca de un 1000% a lo largo de todo el año.

Hay distintos contratos de instrumentos financieros sobre este bien, no tantos como con el petróleo, que hacen un pequeño mercado alrededor de la electricidad. Hay un tipo de opción comercializada que predomina sobre el resto, llamada *opción swing* u *opción oscilante*. El tenedor de esta opción pone un máximo y un mínimo para la cantidad de energía a adquirir, pudiendo cambiar la tasa a pagar por la electricidad durante el mes, teniendo un máximo de cambios permisibles.

Mi objetivo primordial es dar solución a los problemas que hacen a esta commodity tan peculiar, además de intentar conseguir poner un precio global, o un rango, a este bien.

## **3. La nueva commodity**

Ya le he puesto un marco teórico general a la electricidad, además de a las commodities y al petróleo, por lo que podemos proceder con la investigación, el *core* de este trabajo y lo que realmente quiero aportar.

Para proceder primero voy a hablar de la situación actual en el mercado energético y por ende en lo concerniente a la electricidad. Dejar claro cuál es el consumo y la demanda

de esta commodity, las fuentes de producción del bien, los instrumentos financieros que existen, etc.

Además voy a cubrir la información que haya sobre los problemas que esta commodity plantea como son el almacenamiento y su transporte. Luego tendré que investigar sobre las distintas regulaciones de los principales países para ver lo común en ellas y comprobar que no hay problemas legislativos con la globalización de este bien en un mercado regulado.

Por último tendré que asaltar el tema del precio, según distintas teorías de *Price modeling*, y elaborar una estimación final, que resuma todo lo visto e investigado anteriormente, además de un plan para llevarlo a cabo.

### **3.1. Actualidad**

#### **3.1.1. Situación Actual**

##### ***3.1.1.1. Electricidad en términos globales y sus problemas***

La situación eléctrica actual se confronta con varios problemas que vamos a nombrar a continuación. Es por ello que cada vez más líderes mundiales se preocupan por esta commodity de cara a poder seguir abasteciendo a la población. Los problemas a los que tenemos que enfrentarnos en adelante se resumen en estos, que hemos sacado de un artículo publicado por un blog español llevado por EnergyResources:<sup>11</sup>

a) Crecimiento de la población.

Una publicación de El País<sup>12</sup> nos da el número de personas que hay en el mundo, alrededor de los 7.300 millones, además de darnos unas predicciones de población del futuro. Para mediados de siglos habrá más de 9.000 millones de personas en el mundo y para finales de siglo ya seremos alrededor de 11.000 millones (nos da una amplia horquilla de entre 9.500 y 12.500 millones de personas).

Concerniente al tema a tratar de la electricidad en la actualidad, resulta en un aumento en la demanda de la electricidad creciente. Para 2030 la demanda eléctrica va a aumentar cerca del 53%. Sabiendo que tenemos dependencia,

---

<sup>11</sup> (Anónimo, 2015)

<sup>12</sup> (Rivera, 2014)

será difícil cumplir con la demanda si dependemos de productores cercanos y más aun, por culpa de la estacionalidad de este bien, en meses de verano.

Para atacar este problema necesitamos poder almacenar la commodity, saber transportarla más eficientemente (se requiere energía para transportarla de un lado a otro) y una mejor distribución de la misma por todas las partes del mundo desde su producción.

b) Escasez de recursos

Por un lado tenemos las fuentes que hacen frente a la demanda energética actual. Fuentes como el petróleo, hemos visto en el marco teórico, tiende a la desaparición por falta de reservas y la escasez del mismo. La dependencia actual sobre este bien está llegando a su fin. Ya podemos ver como empiezan a crearse distintos motores, híbridos e incluso completamente eléctricos; también podemos ver como se ha sustituido los derivados del petróleo para la calefacción por gas natural u otros; y también se ha ido sustituyendo el queroseno en sus usos, aunque todavía es necesario como combustible para aviones ya que no se ha encontrado sustituto en motores a reacción.

Por otro lado tenemos el gas natural y el carbón que aunque no hay problemas de extinción de estos recursos en el medio, no es suficiente para hacer frente al aumento de la demanda que hemos anunciado previamente (un incremento del 53% para 2030).

Y, finalmente, tenemos las formas de energía renovables como las extraídas de fuentes de la biomasa, eólica, marina y solar entre otras. Estas son fuentes energéticas todavía muy caras, pero también muy pequeñas para hacer frente a la demanda mencionada.

Tenemos entonces fuentes de energía baratas pero que tienen fecha de caducidad, otras fuentes relativamente baratas pero no tan polivalentes ni capaces de producir tanta energía, y otras fuentes muy caras y que tampoco son capaces de producir tanta energía.

### c) Cambios climáticos y deterioro del medioambiente

Aunque este problema nos concierne menos con respecto al tema que queremos tratar, me parece digno de mención. Nos dice el artículo de Energy Resources:

*“Para el año 2030, nuestras emisiones de CO<sub>2</sub> aumentarán en un 52%, causando un incremento en la contaminación, efectos invernaderos y deterioro de la capa de ozono.*

*El impacto global de los cambios de temperatura, precipitación y nivel del mar, aunque incierto, es muy probable que sea dañino para los humanos y la naturaleza.”*

Con esto podemos ver que ya se están tomando medidas para prevenir lo mencionado. Es por esto por lo que el tema de la eficiencia energética ha tomado protagonismo en los temas a tratar por los diferentes gobiernos.

En lo que respecta al aumento del CO<sub>2</sub> es relativo, ya que se toma como referencia el CAGR histórico en este tema y no las medidas de prevención que se están tomando, además de la eficiencia del cambio tecnológico en la que estamos.

Aunque estos son los problemas actuales que nos preocupan sobre el tema energético, también hay distintas iniciativas que velan por el futuro y que van cobrando cada vez más importancia.

#### ***3.1.1.4. España particularmente, ¿extrapolable?***

Teniendo España como país referente, quiero ver en esta parte cómo va afrontando España un cambio de tendencia poco definido. Para esto he cogido un artículo de Egbert Rodríguez Messmer y José Rodríguez de Pablo<sup>13</sup> publicado por Soltune y titulado *“Datos Clave y Situación Actual del Sector Eléctrico Español”* como referencia, en el que nos hace una introducción escueta y clara de la actualidad española en este sector eléctrico que dice:

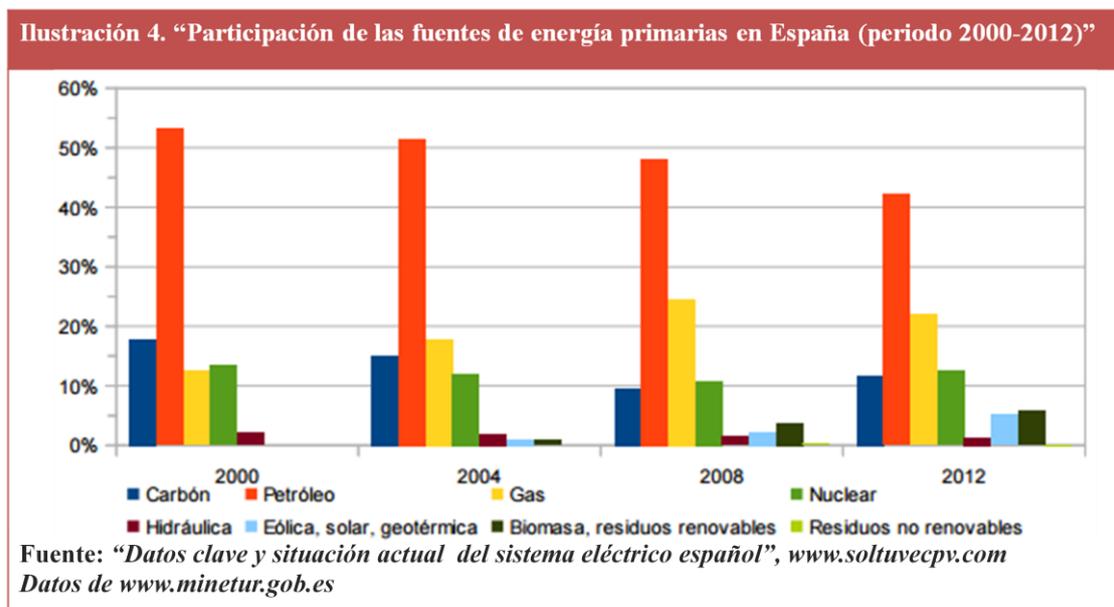
*“La política eléctrica española está y ha estado en el foco de la opinión pública nacional e internacional en los últimos años por varios motivos. Entre los años 2004*

---

<sup>13</sup> (Messmer & Pablo, 2014)

y 2008 por el marco favorable para el desarrollo e implementación de las energías renovables y a partir del año 2008 por las restricciones y limitaciones progresivas a dichas tecnologías renovables, llegando incluso a reducir las subvenciones de manera retroactiva a instalaciones de generación eléctrica ya existente. Finalmente, con la aprobación de una nueva ley de sector eléctrico en Diciembre de 2013 (Ley 24/2013 del 26 de diciembre), se aprobó la eliminación de cualquier ayuda a las energías renovables, la creación de una nueva tasa para las instalaciones de energía de autoconsumo (el llamado peaje de acceso) y la modificación de las condiciones de contrato de la tarifa eléctrica (incremento de la parte fija y reducción del coste variable o de consumo). (...)”

He citado todo esto puesto que me parece el mejor resumen actual de la situación española, en el que nos cuenta como hemos sido ejemplo de país potenciador de esta energía renovable dando subvenciones, y más adelante el Gobierno español se ha visto obligado a retirarlas por el gasto que suponía esta iniciativa.



Vamos viendo la tendencia española a la sustitución del petróleo por otras fuentes de energía al igual que en los últimos años, del gas. Aun así, la regulación implantada a finales de 2014 implica un encarecimiento de las fuentes de energía renovables y por ende, un estancamiento de la sustitución antes mencionada.

Y cito textualmente de este mismo artículo mencionado con anterioridad:

*“(…) En definitiva, estas medidas tomadas recientemente para la regulación del sector eléctrico aumentará la participación de la cogeneración en el mix energético español y por lo tanto también la cantidad y coste de las importaciones de gas. De esta manera también aumentará el déficit de la balanza comercial de los productos energéticos, dificultando la recuperación económica española. En cualquier caso, esta nueva ley del sector eléctrico no parece dar una solución sostenible a medio o largo plazo para reducir el coste de la generación eléctrica en España, ni tampoco se preocupa de reducir la elevada dependencia de la importación de productos energéticos, ni en planificar un mix eléctrico equilibrado y sostenible a medio y largo plazo, ni tampoco en incentivar el ahorro energético o la eficiencia eléctrica. (…)”*

Con este último párrafo quería añadir como puede afectar esta última ley implantada por el Gobierno, que nos hace dar un paso atrás en la evolución del sector eléctrico español, además de aumentar las importaciones actuales en este tema.

### **3.1.2. Fuentes de Electricidad**

En este apartado quiero hacer un resumen escueto de cada fuente de electricidad que existe y por la que este bien se produce. Esto, de cara al trabajo, podría suponer los tipos de electricidad que se podrán *tradear* como commodities, ya pasa con el tipo de petróleo, dado que tenemos *Brent* y *West Texas* entre otros. Aunque aquí el producto final no difiere en ninguna característica entre unas fuentes u otras.

Pero de cara a la producción, unos son más caros que otros, por lo que es coherente que se tengan que dividir por grupos. Esto, como comentaré más adelante en el trabajo, dará paso a inversiones a largo plazo en tipos de energía cuya producción es más cara, puesto que puede ser una commodity más comerciable. Por otro lado supondrá una disminución en otro tipo de energías más dañinas al medio, ya que se impondrán medidas para reducir su utilización e ir buscando la eficiencia energética.

Cito un apartado de un blog de LifeBoat donde José Luis Cordeiro nos cuenta lo siguiente:<sup>14</sup>

*“El conocido mundialmente bestseller de 2009 fue “Life After Oil” de Daniel Yergin, autor de “The Prize” y fundador de “Cambridge Energy Research Associates*

---

<sup>14</sup> (Cordeiro)

*(CERA)”. En su último libro, Yegin escribió sobre todas las nuevas posibilidades que surgen para la generación de energía en un mundo en el que el gas está pudiendo con el petróleo como la mayor fuente de energía, y las otras fuentes alternativas pronto alcanzarán al gas y eventualmente sustituirán a la mayoría del fuel extraído del planeta.”*

Por tanto, la siguiente lista nos muestra los tipos de fuente de los que puede salir la electricidad. Me he apoyado en un estudio perteneciente al Proyecto Newton de INTEF.<sup>15</sup>

#### ***3.1.2.1. Energía Mareomotriz***

Este tipo de energía surge de la fuerza marítima. Requiere grandes y costosas infraestructuras que se pueden ver deterioradas. La energía surge al usar el poder de las mareas y de las olas.

#### ***3.1.2.2. Energía Hidráulica***

A partir de grandes y costosas infraestructuras realizadas en embalses y pantanos, se usa la fuerza gravitacional para dejar caer agua de un nivel a otro y crear energía cinética que, en las centrales hidráulicas, es convertida en electricidad.

#### ***3.1.2.3. Energía Eólica***

Utilizando aerogeneradores, o un tipo de molino de viento, se usa la energía cinética del aire para transformarlo en electricidad.

#### ***3.1.2.4. Energía Solar***

Este tipo de energía llega a la Tierra a partir del Sol, a través de un proceso de fusión nuclear, en forma de radiación electromagnética. Se pueden utilizar paneles solares para transformar este tipo de energía en eléctrica o también por conversión térmica a alta temperatura mediante unos colectores de fluidos.

#### ***3.1.2.5. Energía de la Biomasa***

Se obtiene a partir de compuestos orgánicos mediante procesos naturales. También de aquí se puede obtener el biogás, a partir de los desechos orgánicos.

---

<sup>15</sup> (Anónimo, Newton CNICE)

### 3.1.2.6. Energía Nuclear

Se realiza a partir de la fisión del uranio-235, un isótopo del uranio, y un átomo más pequeño. La destrucción del átomo libera una gran cantidad de energía que se utiliza para calentar agua que, cuando está en forma de vapor, mueve una turbina que genera la electricidad. El problema aquí está en los residuos radiactivos que genera.

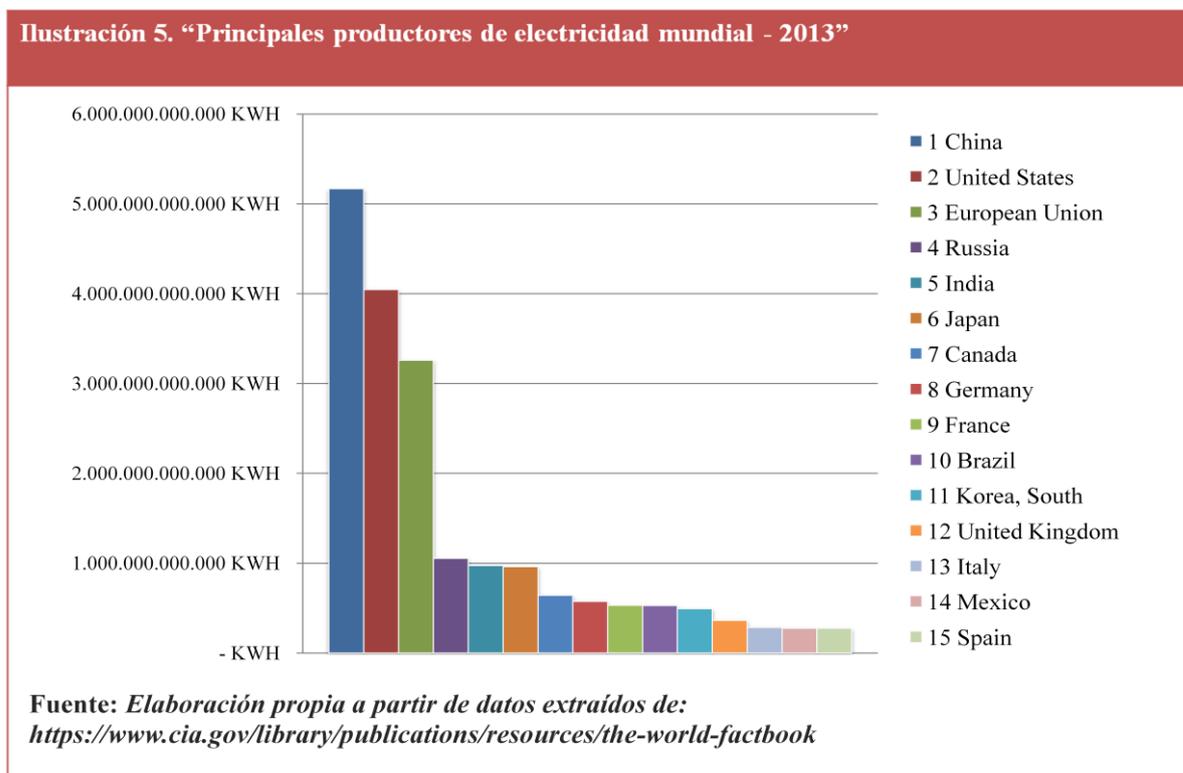
### 3.1.3. Consumo, producción y exportación energética

En primer lugar, en esta sección quiero ver la demanda total energética mundial, además de la producción por países, su exportación e importación.<sup>16</sup>

En el siguiente gráfico y en la siguiente podemos observar a los 15 mayores productores del mundo y su correspondiente producción. Hay tres grandes grupos que suponen Estados Unidos, China y la Unión Europea.

Más tarde se desagrega la Unión Europea por ver a los principales países productores dentro del grupo, pero también se trata en conjunto por la homogeneidad de estos, sus políticas y el poder de exportación/importación.

#### 3.1.3.1. Producción Electricidad



<sup>16</sup> (Central Intelligence Agency, 2013)

RANK	COUNTRY	(KWH)	DATE OF INFORMATION
1	CHINA	5,169,000,000,000	2013
2	UNITED STATES	4,048,000,000,000	2012 EST.
3	EUROPEAN UNION	3,260,000,000,000	2013 EST.
4	RUSSIA	1,054,000,000,000	2013 EST.
5	INDIA	974,900,000,000	2011 EST.
6	JAPAN	963,000,000,000	2012 EST.
7	CANADA	644,100,000,000	2012 EST.
8	GERMANY	575,900,000,000	2012 EST.
9	FRANCE	532,000,000,000	2012 EST.
10	BRAZIL	530,400,000,000	2011 EST.
11	KOREA, SOUTH	494,700,000,000	2012 EST.
12	UNITED KINGDOM	365,700,000,000	2013 EST.
13	ITALY	286,200,000,000	2012 EST.
14	MEXICO	277,600,000,000	2012 EST.
15	SPAIN	276,500,000,000	2012 EST.

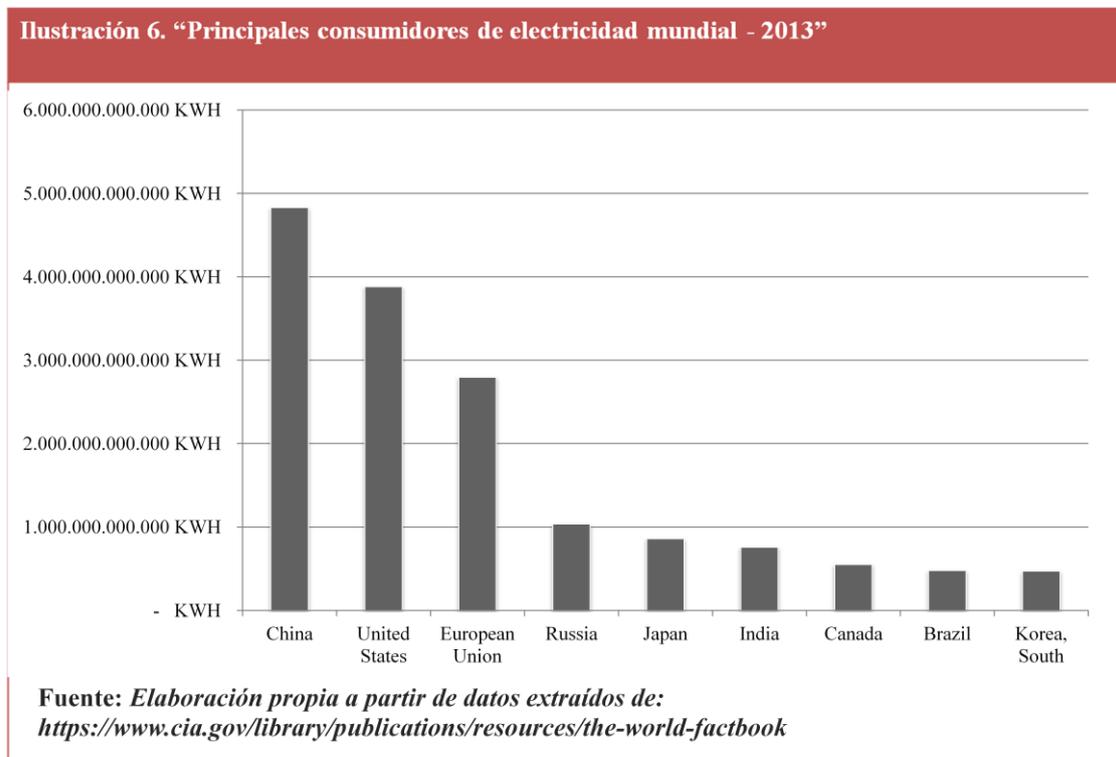
Sabiendo esto, aunque cubramos medio mundo con los tres primeros y juntándolo con el problema de la sobrepoblación del mundo, podemos observar como el hemisferio sur no tiene ningún país entre los primeros del mundo. Esto se define como una clara dependencia de electricidad por parte de países emergentes como los sudamericanos y los países africanos.

Esto por consecuencia es una falta de eficiencia mundial, y una subexplotación de los recursos que tenemos. Esto considera todos los tipos de electricidad, proceda de la fuente que proceda.

Las distintas conclusiones las expondré cuando haya puesto cada gráfico y tabla, puesto que no es conveniente hablar de producción sin saber el consumo, exportación o importación. Veremos en adelante los distintos gráficos y tablas que he sacado a partir de los datos de la CIA (“*Central Intelligence Agency*”) sobre el *World Factbook*.<sup>15</sup>

Por consiguiente, dejo aquí las tablas y los gráficos elaborados por mí a partir de ellas.

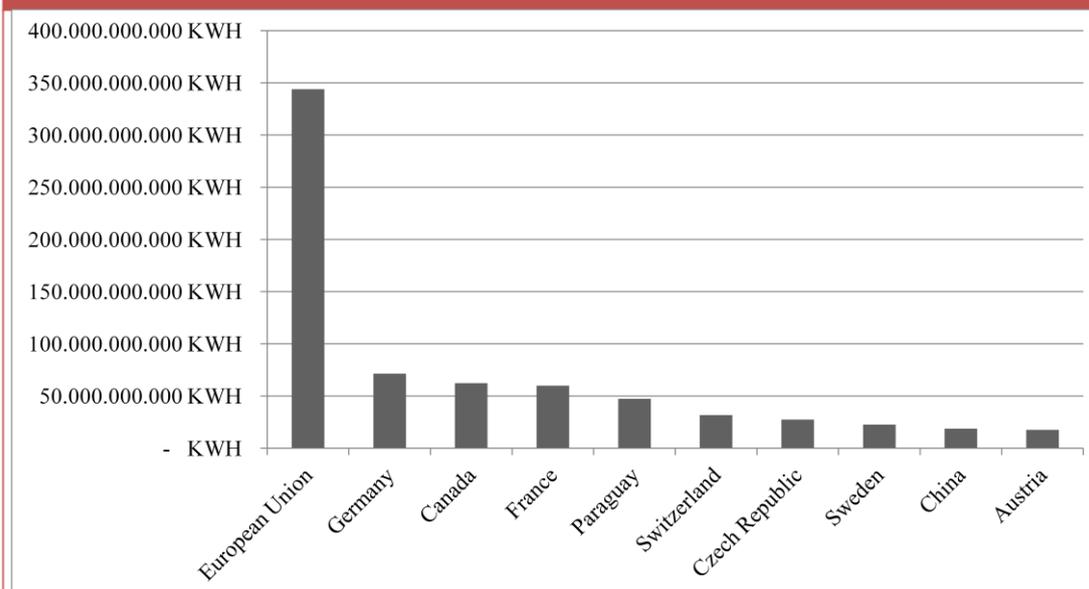
### 3.1.3.2. Consumidores electricidad



RANK	COUNTRY	(KWH)	DATE OF INFORMATION
1	CHINA	4,831,000,000,000	UP TO NOVEMBER 2013
2	UNITED STATES	3,883,000,000,000	2011 EST.
3	EUROPEAN UNION	2,798,000,000,000	2012 EST.
4	RUSSIA	1,037,000,000,000	2013 EST.
5	JAPAN	859,700,000,000	2012 EST.
6	INDIA	757,900,000,000	2011 EST.
7	GERMANY	582,500,000,000	2012 EST.
8	CANADA	551,600,000,000	2011 EST.
9	BRAZIL	478,800,000,000	2011 EST.
10	KOREA, SOUTH	472,200,000,000	2011 EST.

### 3.1.3.3. Exportadores electricidad

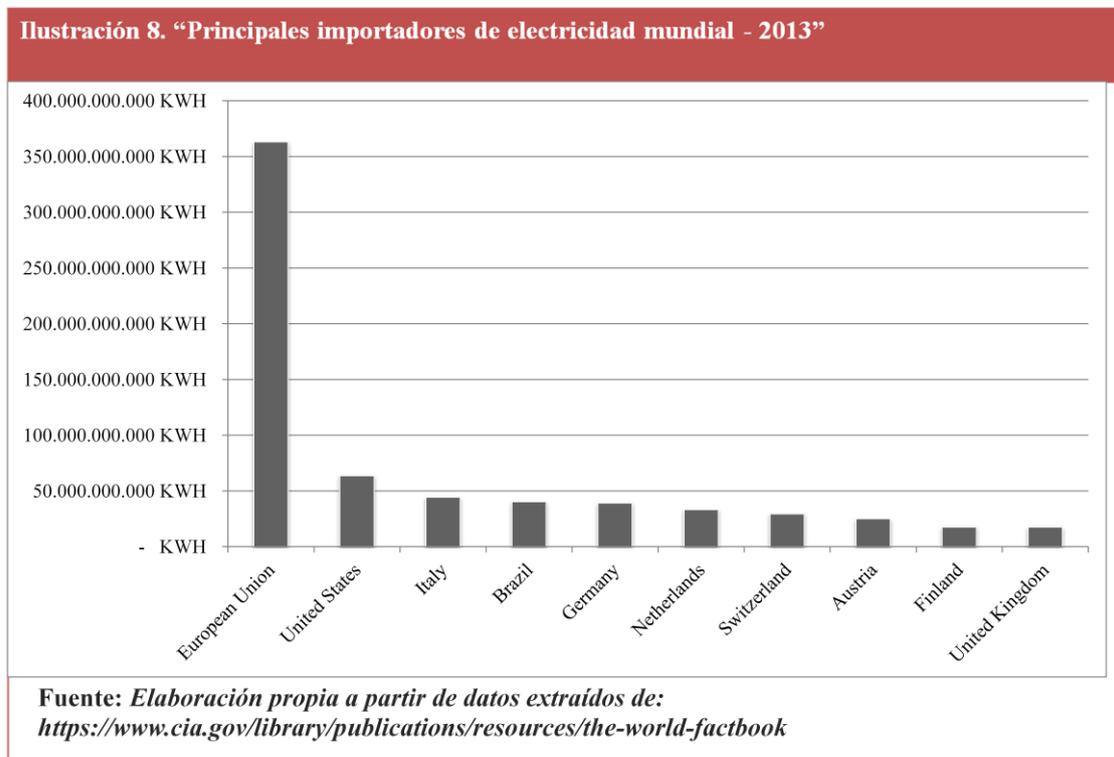
**Ilustración 7. “Principales exportadores de electricidad mundial - 2013”**



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos extraídos de:*  
<https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook>

RANK	COUNTRY	(KWH)	DATE OF INFORMATION
1	EUROPEAN UNION	343,900,000,000	2012 EST.
2	GERMANY	71,430,000,000	2013 EST.
3	CANADA	62,330,000,000	2013 EST.
4	FRANCE	59,950,000,000	2013 EST.
5	PARAGUAY	47,370,000,000	2013 EST.
6	SWITZERLAND	31,800,000,000	2013 EST.
7	CZECH REPUBLIC	27,460,000,000	2013 EST.
8	SWEDEN	22,680,000,000	2013 EST.
9	CHINA	18,670,000,000	2013
10	AUSTRIA	17,690,000,000	2013 EST.

### 3.1.3.4. Importadores Electricidad

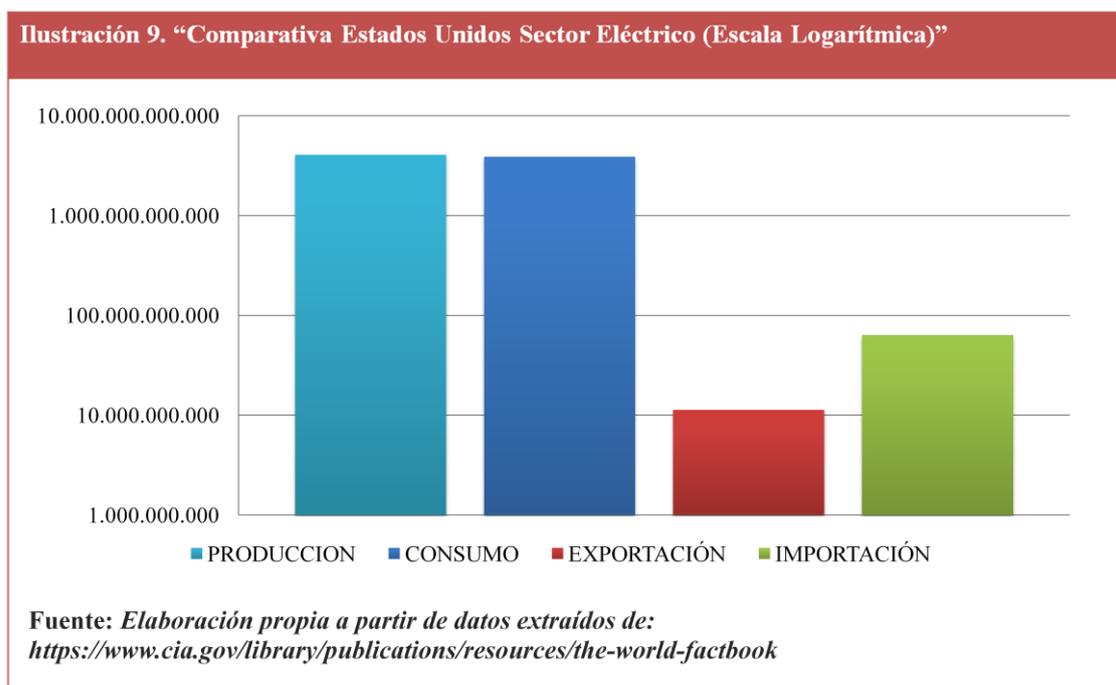


RANK	COUNTRY	(KWH)	DATE OF INFORMATION
1	EUROPEAN UNION	363,100,000,000	2012 EST.
2	UNITED STATES	63,610,000,000	2013 EST.
3	ITALY	44,340,000,000	2013 EST.
4	BRAZIL	40,330,000,000	2013 EST.
5	GERMANY	39,160,000,000	2013 EST.
6	NETHERLANDS	33,250,000,000	2013 EST.
7	SWITZERLAND	29,380,000,000	2013 EST.
8	AUSTRIA	24,960,000,000	2013 EST.
9	FINLAND	17,590,000,000	2013 EST.
10	UNITED KINGDOM	17,530,000,000	2013 EST.

### 3.1.3.5. Análisis de datos previos

Ahora ya por fin procedemos a un análisis más exhaustivo de los datos extraídos de la investigación realizada por la CIA a partir de datos obtenidos en 2013 o estimaciones pertinentes.

Si nos fijamos en los gráficos anteriores, podemos sacar conclusiones. Pero antes de nada he elaborado una gráfica ejemplo, comparando la producción, consumo, exportación e importación dentro de Estados Unidos. También sacada de los datos previos (está en escala logarítmica, dada su gran diferencia entre unas series y otras):



Podemos extrapolar este ejemplo al resto de países, de una manera u otra. La exportación e importación de parte de Estados Unidos de este bien supone cerca del 0,002% y un 0,13% respectivamente, comparándolo con la producción o el consumo.

Aunque esto no suena extrapolable, pasa prácticamente en todos los países principales productores y consumidores eléctricos. En el caso de China, se superlativa el efecto, supone menos del 0,0001%.

La comparativa oscila en un rango que va desde este 0,0001% chino a casi un 2% en la Unión Europea (ya dentro de cada país hay mayores exportadores, pero lo he tratado como el grupo en conjunto).

Como conclusión a este análisis, podemos ver que cada país depende de su propia capacidad de generar energía eléctrica. Esto a medida que vayan surgiendo los problemas mencionados atrás, vemos como va a haber un cambio dado el aumento de demanda. De manera que países que van a crecer más en población y desarrollarse tecnológicamente, países ahora emergentes o países africanos que todavía se consideran tercermundistas, van a requerir de una importación de energía mucho mayor que la que requiere en estos momentos.

Esto no será posible si no solventamos ciertos problemas como son su transporte y almacenaje, porque debido a esto, la energía se produce con respecto a su demanda y no podemos utilizarlo como un bien o commodity. Si no existiese este problema, habría países que tendrían un amplio nivel de importación o exportación, se convertiría en un bien que fomenta la Balanza de Pagos del país, y no un mero coste adicional.

Esto es una clara desventaja para la commodity en sí en estos momentos, pero llega pronto a su fin. Como existen países exportadores de petróleo, empezarán a existir países exportadores de energía. Que habiendo visto ya los tipos de fuente, podemos tener una idea bastante precisa sobre qué países van a formar este grupo: países con grande superficie para explotar esta oportunidad, países más cercanos al Ecuador y con grandes desiertos que puedan aprovecharse de la luz solar, países con gran porcentaje de tierra costera, etc.

En definitiva, y aunque el mundo parece abastecerse por sí mismo en los gráficos previamente analizados, podemos predecir un aumento de la demanda brutal, no solo por el aumento de población sino además por el crecimiento tecnológico que supone un aumento en el gasto energético y aun así, buscando la eficiencia energética.

Por lo tanto, en el siguiente apartado voy a recopilar toda la información posible sobre el tema de almacenamiento y transporte. Pudiendo así ver como irá evolucionando nuestra commodity, la electricidad.

## **3.2. Problemas de una Commodity Peculiar**

### **3.2.1. Transporte**

El siguiente tema a tratar en el trabajo son los problemas por los que esta commodity no es propiamente una commodity, si no un bien comercializado del que ya se han hecho instrumentos financieros con este bien como activo subyacente. De todas maneras, no hay una regulación estrecha y la exportación e importación es limitada, dado que no se puede almacenar y, por ende, su transporte es muy reducido.

Aunque el tema del transporte debería de ir muy ligado del almacenamiento, lo voy a dividir en dos temas, porque siento que me debo detener en cada uno para expresar la problemática actual al respecto de cada uno, además de ver la solución rápida.

#### ***3.2.1.1. Problemática Actual***

Uno de los principales problemas es la pérdida de electricidad durante el transporte de ésta. Se considera que se pierde entre un 3% y un 8% durante el proceso del transporte. Esto varía según convertidores y distancia que deba recorrer esta energía.

Existen dos tipos de corriente, como nos cita un artículo de Marene Larruskain<sup>17</sup>, la HVDC (de sus siglas en ingles “*High Voltage Direct Current*”) y AC (“*Alternating Current*”), que trata de la corriente continua y la corriente alterna respectivamente.

La mayoría de líneas de transporte de electricidad son de corriente alterna, pero existen líneas de corriente continua (como la que une las Islas Baleares con la Península) que se consideran más eficientes. No solo más eficientes, las líneas de corriente continua requieren una menor inversión en la infraestructura de la línea, además de perder menos energía durante el transporte. Estas líneas son óptimas a la hora de transportar a una larga distancia, subterránea o submarinamente.

Aunque el resto de líneas en España, salvo la de Baleares, es de corriente alterna, el cambio a continua no sería eficiente. El convertidor de energía continua a alterna es costoso, además del cambio de una infraestructura requiere una inversión muy grande. El estudio antes mencionado nos habla de la creación de unos convertidores más eficientes.

---

<sup>17</sup> (Larruskain, 2014)

Para ciertas energías renovables como la mareomotriz o la eólica, requeriría de una corriente continua para mayor eficiencia productiva de las infraestructuras puesto que ni el viento ni las olas son iguales a todas horas del día.

Una solución a estas irregularidades productivas sería unir diferentes parques eólicos, por seguir con el ejemplo, mediante líneas de transporte y así unir diferentes regiones en las que habría diferente demanda eléctrica. Por lo tanto, fomentamos la eficiencia globalizando las diferentes fuentes de energía de manera que las irregularidades productivas de este bien se encuentran con las irregularidades del consumo global.

También, aislando este problema del almacenamiento, podría estudiarse el caso de crear líneas de corriente continua transoceánicas. Pero para ello tendría que asentarse el uso de materiales más conductores, como el grafeno, que no supongan apenas resistencia en este transporte y por ende, poder llevar la energía de un lado a otro sin pérdida por el camino.

Esta última solución requeriría de cierta investigación detrás, ya que la inversión inicial en infraestructura para hacer una red global requeriría un acuerdo internacional para la realización de esta red, proporcional al consumo de cada país o cobrando ciertas tasas según el nivel importado/exportado. Además de los materiales y medios necesarios para que esta red perdurase en el tiempo lo suficiente como para que sea amortizada y también un sistema de asistencia en el caso de que falle.

Este problema tiene solución en el corto/medio plazo, aunque no de manera internacional, pero si la parte en la que los nuevos materiales conductores van a reemplazar al cableado antiguo que, sin duda, conlleva un coste implícito por la resistencia que opone el material.

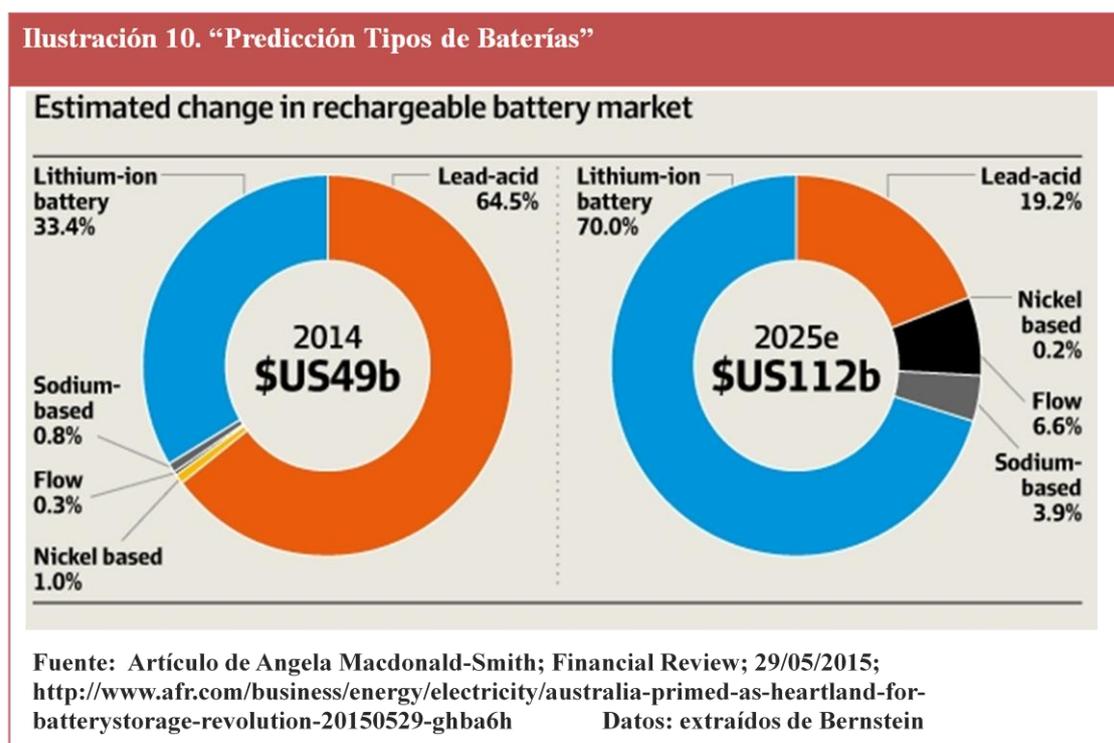
La parte de la línea mundial eléctrica, con matices utópicos, no va a ser necesaria si se soluciona el problema del almacenamiento.

### **3.2.2. Almacenamiento**

Todo apunta a revolución dentro del sector eléctrico. Hasta ahora el almacenamiento de energía se limitaba a pilas, baterías de litio u otras variables que no aguantaban una cantidad suficiente de energía. Recientemente hemos visto como algunos productores de coches han sido capaces de agrandar el efecto y llevarlo al mercado automovilístico,

entre ellos destaca Tesla, dejando atrás las pesadas y prehistóricas baterías de plomo y ácido que aun siguen llevando algunos coches.

En el siguiente gráfico, podemos ver la evolución del uso de unas baterías desde 2014 a una estimación del 2025.<sup>18</sup>



Se estima un crecimiento compuesto del 325% aproximadamente en el total de ventas de baterías (mostrado en dólares americanos). Además de un claro cambio, suponiendo ya un 70% de este total las baterías de litio.

Por otro lado, concerniente a baterías eléctricas destinadas al almacenamiento de electricidad, nuestra commodity estudiada, todo apunta a que Australia va a ser el conejillo de indias de los principales productores de baterías. Es por el precio de la electricidad y la mayor facilidad de amortizar el precio de estas baterías, ya que se estiman caras (una batería Tesla va a costar más de \$7000 en 2017). Siendo realistas, el precio de estas baterías es desorbitado y carece de atractivo para una clientela preocupada por el céntimo más que por la eficiencia energética. Estas baterías tendrán que llegar a costar cerca de \$1500 para que encuentren una demanda rentable.

<sup>18</sup> (Macdonald-Smith, 2015)

Las baterías que existen ahora mismo, por seguir con el ejemplo de Tesla, son de 7KWH y de 10KWH. ¿Qué supone esta cantidad? Una familia española de media, gasta cerca de 10.000KWH al año. El precio oscila entre 3000€ y 3500€, pero el coste de la instalación más el de las placas solares (si ponemos este invento en un hogar o un pequeño negocio) nos lo proyecta a cerca de 7000€.<sup>19</sup>

De momento, y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, una batería para el hogar llega a ser rentable a los 10 años. Esto parece demasiado para un momento postcrisis.

A pesar de que las baterías de momento son muy pequeñas, llegan avances rápidamente que me permiten mencionar en este apartado la posibilidad de que hacia mediados de siglo comercialicemos la commodity de la electricidad en baterías como si de un barril, con su respectivo petróleo, se tratase.

También me gustaría mencionar un pequeño artículo del Diario Expansión<sup>20</sup>, que demuestra la inversión en Investigación y Desarrollo que existe mundialmente, en que se comenta que recientes estudios han probado que las colillas del cigarrillo puede ser transformadas mediante procesos de pirolisis en un súper-capacitador. De manera que las baterías Tesla de litio. Su mayor inconveniente es que se necesita más energía para almacenar la misma, pero por otro lado tiene una mayor vida útil y se cargan más rápidamente. Con esto vemos que Tesla no es la única empresa dedicada a este tema y que le van surgiendo competidores a medida que pasan los días.

El tema más importante del almacenamiento no es la autosuficiencia energética sino lo contrario, el almacenamiento de energías renovables (o no) para su comercialización. Cogiendo España como país extrapolable, siendo además uno de los proyectos europeos realizados con mayor importancia al respecto, ya se han hecho ciertas pruebas con respecto a la implantación de baterías en fuentes de energía renovables.<sup>21</sup> En concreto, a principios de 2014 ya estaban en marcha tres de estos parques eólicos con sistema de almacenamiento a gran escala.

El proyecto buscaba dar respuesta a la problemática de la irregularidad de producción en ciertas fuentes de energía alternativa, de manera que ahora, con estas baterías, son capaces de seguir produciendo y almacenando la electricidad generada, y aprovechando

---

<sup>19</sup> (Mucientes, 2015)

<sup>20</sup> (Asenador, 2015)

<sup>21</sup> (Ussía, 2014)

esos picos de producción que genera el viento en los parques eólicos o, si se diese el caso, las mareas en las centrales mareomotrices.

Para concluir esta sección me gustaría recopilar los principales factores expuestos. Como estamos para prever que va a pasar en el futuro con esta commodity, me parece esencial este apartado donde hablamos de cómo responder a los problemas más graves de este bien: su almacenamiento y su transporte.

De cara al futuro, podemos afirmar que el transporte de energía se va a dar ligado al almacenamiento de ésta. Esto es así puesto que el transporte deja de ser eficiente mediante cableado eléctrico, considerada cierta distancia, por lo que aparecen las baterías para su almacenaje. El transporte de este bien se realizará como el de cualquier otra commodity, desde países exportadores hasta países importadores, y se comercializará por diferentes mercados bursátiles en forma de opciones, futuros y otros derivados financieros.

Aun así, todo esto no será posible si las baterías no son lo suficientemente grandes como para abastecer países enteros. Intentar comercializar un bien de este estilo en pequeñas cantidades es inútil, sería como intentar comercializar agua (contando como si cada país no fuese abastecido por sí mismo). En pequeñas cantidades no es eficiente movilizarlo por el coste de transporte, recipiente y otros gastos que conlleva, pero en grandes cantidades puede ser muy útil para países que carezcan de un bien de este tipo.

Sabiendo lo anterior, podemos afirmar que países de gran superficie serán las principales exportadoras de electricidad. Además de eliminar el consumo propio que países como China a pesar de su gran superficie, la gran cantidad de habitantes y por tanto, demanda del bien, hace difícil que tengan excedentes para extrapolarlo. Por otra parte, el país con mayor potencial para producir este bien, con su debida inversión en infraestructura, sería Rusia. Tiene una gran cantidad de tierra, además de zona costera, en los que puede construir fuentes de producción energética y liderar la tabla de exportaciones en cuestión de años.

### **3.3. Instrumentos Financieros sobre la Electricidad**

Hoy en día existen ciertos instrumentos financieros que se hacen sobre nuestra nueva commodity. Estos instrumentos, como futuros u opciones (ya definidos anteriormente), se elaboran a partir de establecer un precio y una cantidad, para ser vendido en una

fecha futura. Antes mencionamos las opciones swing u opciones oscilantes como ejemplo de instrumento financiero comercializado en un mercado OTC.

Cito textualmente un documento de 1998 que anticipaba la creación de mercados mayoristas de electricidad:<sup>22</sup>

*“La nueva estructura de los sistemas eléctricos que se ha ido imponiendo gradualmente en el mundo entero se basa en la idea que la energía eléctrica es un producto que puede ser comercializado de forma independiente de la manera en que se realiza el suministro físico de energía, lo cual posibilita la existencia de un mercado mayorista de energía en el que puedan participar empresas de generación, consumidores autorizados y diferentes categorías de empresas comercializadoras, ya sea actuando en nombre de consumidores sin capacidad de elección, o bien consumidores con dicha capacidad, o bien como puros intermediarios entre otros agentes.”*

Por consiguiente, se lleva anticipando la creación de un mercado bursátil de la electricidad desde hace años, pero hasta ahora solo se ha conseguido parcialmente, metiendo derivados financieros en mercados OTC. Por tanto, antes de seguir con una explicación más exhaustiva de estos instrumentos además de otros temas concernientes, quiero citar a Hunt y a Shuttleworth, que nos hablan con claridad de los mercados eficientes y como extrapolarlo a la industria eléctrica.<sup>23</sup>

*“El principal fundamento en el cual se basa la actividad competitiva de los mercados eléctricos es la existencia de un mercado mayorista organizado de energía eléctrica. Una de las condicionantes para la existencia de un mercado mayorista de electricidad es la coordinación entre los diversos participantes: generadores, empresas de transmisión y consumidores, requeridos para realizar el suministro de energía. Aunque cada sistema eléctrico desarrolla su modelo de coordinación de acuerdo a su situación particular, es posible distinguir dos modelos de organización de un mercado eléctrico que corresponden a dos paradigmas o formas de entender el mercado de la electricidad. El modelo bilateral se basa en la idea que la eficiencia económica en el mercado (señal de precio eficiente) se logra a través de transacciones bilaterales directas entre los participantes mientras que el modelo Pool defiende la idea que debe*

---

<sup>22</sup> (Pérez Arriaga, 1998)

<sup>23</sup> (Hunt & Shuttleworth, 1997)

*existir un organismo el cual debe conducir al mercado a lograr la eficiencia económica.”*

Me gustaría hacer un breve resumen ahora de qué es y de qué trata el modelo bilateral, “*bilateral trading*”, y el modelo Pool, “*electricity pooling*” de los que Hunt y Shuttleworth nos estaban hablando. Estos dos son modelos en los que se basan la comercialización de electricidad en el mercado, existen ya combinaciones de ambos, pero antes de nada quiero dejar claras las diferencias entre ambos. Para ello me voy a apoyar en una investigación hecha por Echeosa Onaiwu para la *University of Dundee*<sup>24</sup>, donde explica estas diferencias, aunque concluye con que un modelo no es mejor que el otro.

Estos modelos es la mejor referencia que tenemos para un mercado global energético, ya que debido a diferentes regulaciones, impuestos, Gobiernos, etc., no es posible tomar precios energéticos como punto común y si, instrumentos financieros que se basen en estos modelos.

Por un lado y de manera genérica para introducir el tema, el modelo Pool se centra más en una forma de comercio directa con los productores por lo que los compradores ponen “poco de su parte”, es decir, no indican en el precio de la electricidad. En la otra mano tenemos el modelo bilateral que está más orientado al mercado y en el que los compradores y las plantas generadoras tienen más interacción.

### **3.3.1. Modelo Pool o *Electricity Pooling***

En este modelo, la facilidad de establecer un precio es clara, ya que tiene una orientación directa hacia los productores de electricidad. Se le puede dar precio de dos maneras diferentes, ya sea viendo primero la demanda y estableciendo un precio acorde con esta (*price-based costing*) o contando con el coste de producción y costes variables de esta, añadiendo un margen de beneficio (*cost-based pricing*).

Un “*electricity pool*” trata del mercado donde se ponen en contacto a las personas físicas representantes por parte de los generadores de electricidad y a los compradores de ésta. Este mercado funciona encontrando oferta a demanda horaria, es decir, cada hora se ha establecido un precio determinado entre un comprador y un productor. Por lo

---

<sup>24</sup> (Onaiwu, 2009)

tanto se crean veinticuatro mercados diferentes a lo largo del día, con un precio y una cantidad determinada.

Estos precios, en una determinada hora, se pueden establecer previamente con días (incluso meses si la demanda encuentra oferta o viceversa), se puede establecer a lo largo del mismo día o en esa misma hora.

Este modelo funciona siempre con la oferta de electricidad primero a una hora determinada, por lo que se va rellenando la demanda desde el precio más bajo de oferta hasta que cumple con la demanda.

El operador de sistema es el que regula todo este proceso y el que establece un horario conjunto de oferta y demanda, cubriendo esta demanda con la oferta más barata como se ha dicho previamente. Se asume que el bien de la electricidad en sí misma no tiene ninguna restricción y se trata como materia prima, sin tener en cuenta la resistencia que puede oponer el cableado ya que depende de muchas otras variables y por ende, una disminución de la cantidad eléctrica. Se crea entonces el “*unconstrained schedule*” que trata los diferentes *pools* sin oponerles restricciones.

Más adelante, en el día del *trading*, algunos problemas irán surgiendo entre los oferentes de electricidad (por inviabilidad de cumplir demanda u otros fallos) u otros como fallos en la cuantía demandada. Es por esto que se actualiza el *unconstrained schedule* de manera que, habiendo solucionado los problemas, se establece el “*constrained schedule*”, ya con cualquier problema solventado tomando ciertas prevenciones.

El precio pagado a los productores de esta commodity depende de ciertos factores que menciono a continuación:

- a) **System Margin Price (SMP):** es el precio marginal de la unidad eléctrica, establecida para hacer frente a demanda futura.
- b) **Loss of Load Probability (LOLP):** esta es la probabilidad de que la electricidad demandada no haga frente a la electricidad producida.
- c) **Value of Lost Load (VOLL):** es el valor estimado para los consumidores, es decir, el precio máximo atribuido a la oferta de la electricidad demandada.

- d) **Capacity Payment (CP):** es el pago de la capacidad disponible, independientemente de si los generadores producen o no, suele crecer en periodos de poca demanda y viceversa.

La suma del *System Margin Price* y de la *Capacity Payment* resulta en el *Pool Purchase Price* (PPP), que es calculado antes del día de comercialización. Agregando el resto de factores tenemos el *Pool Selling Price* (PSP). El PSP es el precio pagado por los compradores y el precio pagado a los productores.

#### **3.3.1.1. Contracts For Differences (CFDs)**

El precio de una pool con respecto a otra de un día diferente varía puesto que la demanda fluctúa. Los compradores y vendedores de este bien intentan cubrirse del riesgo que esta volatilidad tiene entrando en contratos bilaterales llamados *Contracts for Differences (CFDs)*. Se trata de una opción de compra para el demandante, una posición larga. De esta manera, estableciendo un precio y una cantidad exacta en el contrato, en el momento del *trading day* si el PSP es mayor que el precio puesto en el contrato, el CFD entra en vigor. Por el contrario, al ser una opción de compra, si el precio es menor no se tiene en cuenta el contrato y se comercia al PSP del día. Hay que añadir que existe una prima que tiene que pagar el que tiene derecho a la compra en el CFD, una equivalencia financiera debida al riesgo asumido por el vendedor.

Estos contratos no se comercializan en la misma *pool* sino en mercados de *forwards* paralelos. Estos instrumentos financieros, CFDs, son utilizados meramente como un instrumento financiero más por entidades o agentes. Como la mayoría de commodities del mercado, se utilizan buscando un beneficio sin que se dé lugar la entrega del bien en sí, buscando el arbitraje y jugando con la volatilidad del precio de este bien.

Esto realmente es la finalidad del trabajo de investigación que estoy llevando a cabo, aunque a una escala más global y con una amplitud de derivados financieros propia de una commodity como el petróleo.

#### **3.3.2. Modelo Bilateral o Bilateral Trading**

Este modelo se basa en el intercambio de contratos bilaterales entre vendedores y grandes consumidores, aunque los mismos vendedores pueden ser compradores si ellos mismos no generan la cantidad suficiente y tienen que cumplir con una demanda

establecida. Aunque no es corriente en el mercado eléctrico, también puede haber *brokers* como intermediarios, aunque no es algo muy común.

Funciona de este modo, un comprador y un vendedor realizan un acuerdo con todos los detalles de este intercambio entre ellos. Una vez el acuerdo está hecho, se puede empezar a comercializar al precio establecido pero en las cantidades que quieran comerciante y productor.

Los contratos tienen que especificar la cantidad, el precio y la fecha exacta en la que el intercambio va a tener lugar. Cada entidad generadora de electricidad decide cuando cerrar un contrato o cuando finalizar el acuerdo. En el momento que hay una congestión de demanda y oferta, o cuando hay desequilibrios notables entre precios, un regulador es el que se hace cargo y puede seguir dos opciones: estableciendo él el precio de mercado (como hacen los reguladores en Noruega) o imponiendo un precio punitivo (como se ha normalizado en Inglaterra y Wales).

Hay varios tipos de contratos comercializados, aquí voy a describir tres dentro de los contratos bilaterales más usados:<sup>25</sup>

a) **Contratos bilaterales OTC negociados solamente entre un comprador y un vendedor**

Los partidarios del acuerdo negocian los términos y la estructura del contrato. Esta flexibilidad es apreciada porque se ajusta a la manera de cubrir riesgo de cada parte del contrato acorde con los partícipes. Este comercio OTC puede estar basado en contratos *swaps* (los *swaps* son contratos financieros que firman ambas partes en los que se acuerda un intercambio de flujos de caja, a una tasa de interés, en unas fechas prefijadas en las que se dará dicho intercambio y mediante una fórmula específica) u opciones financieras.

b) **Contratos bilaterales OTC en productos estándar ejecutados mediante brokers usando pantallas**

Los derivados financieros de la electricidad comercializados mediante brokers son *swaps*, y contratos de opciones estándar: la mayoría son *caps* (máximo tipo de interés, o precio, o tasa, al que puede estar sujeto un activo financiero, normalmente hipotecas), pero también pueden ser *floors* (lo contrario en este

---

<sup>25</sup> (Anderson, Hu, & Winchester, 2006)

caso, el mínimo límite aceptable de precio, tasa de interés u otros, a los que puede estar sujeto el subyacente), *swaptions* (una opción para entrar a un tipo de interés *swap*) u opciones asiáticas (también conocidas como opciones *average*, son aquellas cuyo *pay-off* depende del precio medio del activo subyacente a lo largo de un determinado periodo de tiempo hasta un vencimiento).

Los precios para este tipo de productos se exhiben en pantallas y los participantes son capaces de acordar un precio electrónicamente. En el momento que el precio está acordado, se descubre quién es la contrapartida y se acaba haciendo un acuerdo bilateral. Hay alrededor de seis brokers de electricidad en los mercados OTC, quienes cargan una comisión por cada contrato que hayan facilitado, pero no tienen ningún interés en el contrato per sé.

c) **Futuros y derivados financieros en diferentes mercados regulados**

Una gran cantidad de contratos estándares son futuros, con el requerimiento para cada partícipe de pagar diariamente *margin calls* (son pagos para mantener tu cuenta en un mínimo aceptable para poder cubrir tus inversiones) una vez los contratos sobre futuros están acordados. Las dos claras ventajas de esta forma de comercio de *forwards* son que el intercambio se hace completamente anónimo y que el uso de *margin calls* elimina el riesgo de crédito.

Las diferencias se hacen obvias entre los dos métodos. Aunque no voy a entrar en más detalles, podemos ver que la mayor ventaja de *electricity pooling* es que no dependes de un solo comprador sino que vendes en un mercado en conjunto y siempre vas a encontrar demanda si tienes un precio competitivo. Además supone una ventaja para grandes productores de electricidad que tienen su respectivo contrato bilateral con un consumidor, pero que aun así tienen excedentes productivos. De este modo pueden colocar estos excedentes a un precio de mercado.

Por otro lado, la mayor ventaja del *bilateral trading* es para grandes generadores de energía, productores, para tener más de un modo por el que vender la electricidad generada. De manera que encuentran un mercado mucho más competitivo, con precios más atractivos.

Un factor complicado en estos mercados es que ciertos gobiernos introducen sistemas de protección de pequeños productores de la volatilidad de los *electricity pools*. Esto

hace que se metan en el mercado en el momento que el PPP es demasiado bajo, para que pequeños productores sigan en el mercado y estos se encargan de pagar diferencias. Aun así, los grandes generadores de electricidad van haciéndose paso a un oligopolio quitando a los pequeños productores llevándoles fuera de mercados de este estilo.

Todos estos modelos de mercados son utilizados nacionalmente por los distintos países, sin que haya intercambio con países vecinos (al menos de este modo). Pueden operar de una manera u otra, e incluso hay algunos mercados que integran ambos modelos y, por tanto, ofrecen una mayor variedad a los productores de energía.

Dentro de estos mercados podemos ver como se realizan diferentes tipos de contratos, ya sean opciones o futuros en sí, pero trata de una cantidad poco variada de instrumentos financieros con la electricidad como subyacente. Además, el objetivo de este trabajo de investigación puede resumirse en estos dos modelos, ya sea el *electricity pooling* o el *binomial trading*, rompiendo las barreras nacionales y creando un mercado internacional de la electricidad.

Más adelante concluiremos con cómo estos modelos podrían verse internacionalizados para crear esta commodity global, rompiendo con tasas impositivas y Gobiernos reacios a levantar la mano, de forma que exista un mercado internacional de la electricidad donde se intercambien productos financieros tal y como se contratan nacionalmente, aun teniendo más diversidad de estos últimos.

### **3.3.3. Futuros en el Mercado Actual**

En el Anexo podemos ver un tipo de contrato de un futuro sobre la electricidad con cada detalle específico (nombre, descripción, cantidad contratada de electricidad, número de contratos adquiridos, momento de uso de la electricidad contratada, etc.) que está comercializada en el NASDAQ OMX (trata de un acuerdo entre el mercado de valores NASDAQ y OMX que es una compañía que controla las principales bolsas nórdicas).<sup>25</sup>

Para saber más sobre este tipo de contratos sobre la electricidad, comercializados en el mundo entero, dejo la siguiente información concerniente según el *Nordic System Price* para saber los requerimientos mínimos en un contrato de futuro sobre la electricidad, en esta región específica (extrapolable a otras secciones):

- El tamaño mínimo del contrato es de 1MWh.

- El tamaño del tick (cantidad de precio por megawatt que puede variar de un precio a otro) es de 0,01€/MWh.
- La moneda del intercambio es el euro (€).
- El área de precio se define por Año, Cuatrimestre, Mes, Semana y Día.
- Las horas contratadas en cada contrato.
- El número de “acuerdos” que conlleva ese contrato, es decir, el pack de contratos que tiene que realizar el comprador junto a ese vendedor al comprar ese futuro específico.

Un resumen de futuro común dentro del mercado puede ser el siguiente.

**Ilustración 10. “Ejemplo de Contrato Futuro sobre la Electricidad”**

Product Series	Delivery Hours	First Trading Day	Last Trading Day	Start of Delivery Period	End of Delivery Period
ENOW50-12	168	29.10.2012	7.12.2012	10.12.2012	16.12.2012

Fuente: NASDAQ OMX de un Seminario impartido en 2012  
<http://www.seminar.aripaev.ee/images/originalimages/NASDAQ%20OMX%20Presentation%20Tallinn%2022%2011%2012-c1b2b.pdf>

Podemos ver que los contratos están muy regulados y que hay un aumento de inversiones en esta commodity. Aun así, no está establecido ningún mercado concreto para la commodity globalizada, sino diferentes futuros para el uso en sitios muy específicos.

El mercado está dando signos de una evolución a un sistema más global, estandarizado y regularizado. Esto lo podemos ver en el aumento de tipos de contrato sobre el futuro al igual que el número de inversiones en este mercado. Es por ello que vamos a dar solución a algunas preguntas que nos surgen tras haber leído todo lo anterior.

Es cierto que no hemos llegado a dar un precio. Para poder haber dado un precio tenemos diferentes herramientas que nos otorga una rama financiera más cuantitativa. Recomiendo el libro de Frank J. Fabozzi, Roland Füss y Dieter G. Kaiser, titulado “*The Handbook of Commodity Investing*” que desde la p.599 a la p.606 nos cuenta como darle precio a un contrato *forward* sobre la electricidad. Aunque muchos otros nos hablan de cómo dar un precio a una commodity. Pero esto no nos concierne puesto que

el objetivo de este trabajo es dar un enfoque macro sobre dónde estamos y dónde nos va a llevar la electricidad como commodity y, además, de cómo se van a solucionar los problemas que conlleva la internacionalización de este bien.

## **4. Conclusión**

Me gustaría recoger todo lo que podemos extraer del trabajo en unas pocas palabras, de manera que nos hagamos a la idea de una forma escueta pero lo suficientemente detallada como para ver cuál es el futuro de una commodity como es la electricidad.

### **4.1.¿Por qué esta nueva commodity? ¿Cuáles son sus beneficios?**

En primer lugar, el crecimiento constante de población, sobre todo en países africanos (con 4,5 hijos por mujer), y el desarrollo de países emergentes, va a crear una demanda de energía que puede llegar a sobrepasar la oferta. Además de un avance tecnológico notable que va a dejar huella en el uso del petróleo y la dependencia que tiene el mundo actual en él. Los motores de combustión están siendo sustituidos por motores híbridos o incluso eléctricos, la calefacción de los hogares ha pasado a ser mediante gas (el carbón también está siendo sustituido), las lámparas de queroseno ya fueron sustituidas, etc. También habría que ver las reservas de este, que son finitas. Aun así, los países emergentes no van a tirar de la demanda ya que estos también están tomando medidas al respecto, contra la contaminación y la búsqueda eficiente de la energía.

Un mundo que a mediados del siglo XXI va a llegar a nueve mil millones de personas y que, a medida que pasan los años, la electricidad cada vez llega a más hogares; necesita un mercado regulado de ésta, con una commodity fuerte.

Esta commodity supondrá una evolución en el mercado, ya que la demanda de la energía es muy volátil y estacional. Con esto quiero decir que en periodos como verano, a hora punta y con este aumento de demanda, el mercado no va a ser capaz de hacer frente a la demanda. Por tanto, el haber establecido una commodity con un mercado regulado, nos va a permitir comercializar este bien de manera que haya suficiente electricidad en los picos de la demanda y que no se desperdicien las plantas generadoras de electricidad, no produciendo, en momentos que no va a encontrar demanda alguna. Para esto, el almacenamiento y el transporte, al igual que un mercado bursátil global, es esencial.

## **4.2. Problemática de almacenaje y transporte. Exportadores**

En primer lugar, el almacenaje y transporte requieren de un desarrollo y una investigación todavía por pulir, además de una enorme inversión todavía por hacer. Aunque ya existen muchas investigaciones, prototipos e incluso ya productos comercializándose, requerimos de años de investigación para poder afrontar el reto que plantea este trabajo.

A pesar de eso, tenemos empresas como Tesla, entre otras, que siguen investigando baterías de almacenaje cada vez más grandes y con mayor capacidad para poder acumular cantidades ingentes de electricidad. Necesitamos este tipo de baterías eléctricas para acumular cantidades que tengan sentido ser comercializables. De momento las baterías más grandes en el mercado oscilan entre los 7 KW y los 10 KW.

El transporte aun tiene mucho por investigar, materiales mejores conductores supondrán un avance en cuanto a la resistencia que ofrecen los que se utilizan hoy en día para hacer el cableado, como el cobre. Además, se requieren fuertes infraestructuras de corriente continua (HVDC) para hacer un cableado global, en el caso de que las baterías no tengan el futuro que aquí se comenta. Las líneas de corriente continua además necesitarán convertidores a corriente alterna (AC) más eficientes, de manera que no se pierda tanta electricidad en el proceso de conversión.

Aun así, podemos ligar los dos elementos clave de almacenaje y de transporte. Teniendo baterías lo suficientemente grandes como para abastecer una ciudad entera y líneas de transporte eléctrico eficientes que no pierdan energía en el traspaso de un lugar a otro, será entonces cuando hayamos alcanzado el óptimo para que esta commodity tenga su lugar al lado del petróleo.

Por otro lado, aunque muy paralelo a lo dicho anteriormente, gracias al almacenaje de la electricidad se creará el mercado de la nueva commodity. Es en este mercado donde surgirán los principales exportadores e importadores eléctricos. Los países con mayor terreno serán los idóneos para ser exportadores de esta materia prima, si y solo si, dedican la inversión inicial necesaria. No solo los países con mayor superficie, sino que también necesitan tener una demanda relativamente baja. Los países idóneos para ocupar frente al ranking de exportación eléctrica serían Rusia, Canada y Estados Unidos. Por otro lado, a países pequeños no les será rentable la producción de este bien, ya que podrán comprarlos en el mercado global, mucho más barato dadas economías de

alcance que se produzcan. Países con una densidad de población muy elevada, aun teniendo una superficie muy grande, no van a aspirar a un puesto en este ranking dado que su demanda será igual si no mayor que la oferta de electricidad generada por él mismo.

### **4.3. Mercado Bursátil Eléctrico Global**

En primer lugar es esencial tratar de eliminar las barreras que impone cada Gobierno en forma de tasas en un mercado como este. Es claro el ejemplo del mercado español suprimiendo las ayudas a inversores en energías renovables.

Por consiguiente y habiendo visto el modelo binomial, o el *binomial trading*, y el modelo *pool*, *electricity pooling*, y habiendo dejado en claro que es cada uno, podemos intuir hacia dónde va el mercado eléctrico. Aunque los dos tienen sus ventajas e inconvenientes, el mercado va a ir desbancando a ambos, dando lugar a un mercado bursátil eléctrico global. De manera que funcione como toda commodity, de una forma combinada entre el modelo binomial y el modelo *pool*.

Tras haber establecido el tipo de mercado, globalizado y regulado por autoridades competentes, y aunque solo se diese en pocos países, pronto y gracias al almacenaje de este bien se contagiará a otros. Las exportaciones e importaciones de electricidad tendrán su cabida en la balanza de pagos en cada país

Siempre podrá haber contratos en el mercado OTC, opciones exóticas y otros derivados financieros que cumplan con las exquisitas peculiaridades de cada inversor. Se establecerá un mercado global en el que se podrán comercializar contratos establecidos, opciones y futuros a un precio determinado. Podemos intuir que se establecerá una batería con una cantidad específica de electricidad como medida idónea y el precio de la commodity variará en torno a esta medida de referencia. Siendo un mercado bursátil eléctrico internacional, donde inversores y consumidores se encontrarán con productores y otros inversores.

## 5. Bibliografía

Anderson, E. J., Hu, X., & Winchester, D. (2006). *Forward Contracts in Electricity Markets: the Australian Experience*. University of New South Wales, Sydney.

Anónimo. (11 de Diciembre de 2014). ¿Qué hay detrás de la guerra del petróleo barato? La batalla de Arabia contra Irán. *El Economista* .

Anónimo. (2015). *Energy Resources*. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de <http://www.conversaciondeconservacion.com/aprende/la-situacion-actual-de-la-energia/>

Anónimo. (s.f.). *Newton CNICE*. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/aulaenergia.pdf](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/aulaenergia.pdf)

Aristóteles. *Política*.

Asenador, S. H. (1 de Junio de 2015). Las colillas de los cigarrillos podrían arrebatarle el puesto a la batería Tesla. *Expansión* .

Central Intelligence Agency. (2013). *The World FactBook*.

Cordeiro, J. L. (s.f.). *Energy 2020: A Vision of the Future*. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de Lifeboat: <https://lifeboat.com/ex/energy.2020>

Downey, M. (2009). *Oil 101*. Wooden Table Press.

Dumon, M. (s.f.). *Investopedia*. Recuperado el 26 de Mayo de 2015, de <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/09/commodity-trading.asp>

Fabozzi, F. J., & Kaiser, R. F. (2008). *The Handbook of Commodity Investing*. John Wiley & Sons, Inc.

Greenpeace. (s.f.). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de [http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio\\_climatico/Fracking-GP\\_ESP.pdf](http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/Fracking-GP_ESP.pdf)

Heap, A. (2005). *China - The Engine of Commodities Super Cycle*. Citigroup, Equity Research Global.

- Hull, J. C. (2014). *Introducción a los Mercados Futuros y Opciones*. Pearson.
- Hunt, S., & Shuttleworth, G. (1997). *Competition and Choice in Energy*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Irrera, A. (8 de Noviembre de 2013). *The Tally - Financial News*. Recuperado el 28 de Mayo de 2015, de <http://thetally.efinancialnews.com/2013/11/ten-quirky-facts-probably-didnt-know-commodity-markets/>
- Larruskain, M. (2014). *La corriente continua, otra opción para mejorar el transporte de la electricidad*. Sinc.
- Macdonald-Smith, A. (29 de Mayo de 2015). Australia Primed as Heartland for Battery-storage Revolution. *Financial Review* .
- Messmer, E. R., & Pablo, J. R. (2014). *Datos Clave y Situación Actual del Sector Eléctrico Español*. Soltune.
- Mucientes, E. (3 de Mayo de 2015). ¿Y si pongo una batería Tesla en casa? *El Mundo* .
- Onaiwu, E. (2009). *How does bilateral trading differ from electricity pooling?* University of Dundee.
- Pérez Arriaga, J. (1998). *Fundamentos Teóricos de la Nueva Regulación Eléctrica*. Madrid: CSEN.
- Printer Edition. (3 de Agosto de 2013). Yesterday's Fuel. *The Economist* .
- Rivera, A. (14 de Septiembre de 2014). La población mundial llegará a 11.000 millones a finales de siglo. *El País* .
- Ussía, A. (5 de Junio de 2014). Empresas españolas logran almacenar energía eléctrica de fuentes renovables. *La Razón* .

## 6. Anexo: Ejemplo de futuro del NASDAQ OMX

<http://www.nasdaqomx.com/transactions/markets/nasdaq-futures/products/power>

<b>CONTRACT NAME</b>	NFX CAISO SP-15 Hub Day-Ahead Peak Financial Futures
<b>DESCRIPTION</b>	USD cash-settled CAISO SP-15 Hub Day-Ahead Peak Fixed Price Future based upon the mathematical average of the day-ahead locational margin prices (LMPs) calculated by averaging the peak hourly electricity prices published by CAISO for the location specified in the Contract Name where the Peak hours are the hours ending 7:00-22:00 PPT for each Monday through Saturday, excluding NERC holidays.
<b>CONTRACT SIZE</b>	400 MWh
<b>TICKER SYMBOL</b>	SPMQ
<b>CONTRACT LISTINGS</b>	36 consecutive monthly contracts
<b>TRADING HOURS</b>	Sunday - Friday 7:00 PM EPT - 5:00 PM EPT
<b>TRADING PLATFORM</b>	Nasdaq Futures Inc. (NFX)
<b>MINIMUM PRICE INTERVALS/ DOLLAR VALUE PER TICK</b>	One cent (\$0.01) per MWh = \$0.25
<b>DAILY SETTLEMENT PRICES</b>	Daily settlement prices will be determined by NFX using price data from a number of sources including, spot, forward and derivative markets for both physical and financial products.
<b>LAST TRADING DAY</b>	Trading shall cease at 5:00 PM EPT on the last business day of the delivery month.
<b>FINAL SETTLEMENT</b>	Final settlement for contracts held to expiration is by cash settlement in U.S. dollars.
<b>FINAL SETTLEMENT DATE</b>	The Final Settlement Date is the seventh day on which the Options Clearing Corporation is open for settlement following the Last Trading Day.
<b>FINAL SETTLEMENT PRICE</b>	The final settlement price will be equal to the mathematical average of the day-ahead hourly peak LMPs for the SP-15 Hub as published by CAISO where the peak hours are the hours ending 7:00 through 22:00 PPT for each Monday through Saturday, excluding NERC holidays, and the hours ending 01:00 - 24:00 PPT for each Sunday and NERC holiday. All CAISO day-ahead hourly off-peak LMPs for the contract month will be considered final at 5:00 PM EPT on the fifth business day following the last trading day, and the final settlement price will not be adjusted in the event that CAISO adjusts any LMPs at a later time for any reason.
<b>CLEARINGHOUSE</b>	The Options Clearing Corporation