

Investigación

Vigencia del pico de Hubbert en la transición energética

José Gregorio González

Economista Universidad del Zulia, Magister en Tributos Internacionales; Aduanas y Comercio Exterior. Universidad Externado, Colombia, Especialista en Derecho Tributario, Universidad Santa María, Caracas, Especialista en Alta Gerencia, Universidad Libre de Colombia, Colombia, Profesor de Pre y Postgrado en Decanato de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) Barquisimeto, Venezuela.

E-mail: yaoyo2013@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7051-5480>.

RESUMEN

En el presente trabajo se discute la vigencia del Pico *de Hubbert*, punto del tiempo en el cual se habría consumido la mitad del petróleo existente en el mundo, en el contexto de la denominada transición energética. Esta investigación cuantitativa y descriptiva muestra que las tendencias observadas contrarían los postulados básicos de Hubbert, escasez y precios en alza continua, obligando a su replanteamiento. Las predicciones de precios fundamentados sobre la base de estimaciones de producción y reservas (enfoque de oferta), ceden espacio a un nuevo paradigma enfocado en la demanda. De la preocupación por el agotamiento, se ha pasado a la necesidad de asignarle una máxima importancia a las externalidades negativas implícitas en el consumo de combustibles fósiles, ya que, es imperioso detener las emisiones de gases de efecto invernadero. En la transición energética, se atravesará el pico de demanda y se iniciará la declinación del uso del petróleo con predominio de energías verdes, abundantes y baratas. El evento debería producirse – si las hipótesis presentadas son correctas– antes de que termine la tercera década del siglo XXI; aunque pudiera retrasarse o anticiparse. Este artículo también comenta el escenario venezolano ante la situación expuesta, concluyendo que su posición es relativamente desfavorable.

Palabras clave: Externalidades negativas, pico de Hubbert, transición energética.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10407392>

JEL: F4, F2, F1

Recibido: 16/10/23

Aprobado: 01/12/23

Como referenciar este artículo: José Gregorio GONZÁLEZ. (2023). Vigencia del pico de Hubbert en la transición energética. Revista Gestión y Gerencia. Vol 17 (2). 60-78. <https://revistas.uclave.org/index.php/gyg>

Validity of Hubbert peak in the energy transition

ABSTRACT

In this work, the validity of Hubbert's Peak is discussed, a point in time at which half of the world's oil would have been consumed, in the context of the so-called energy transition. This quantitative and descriptive research shows that the observed trends contradict Hubbert's basic postulates, scarcity and continuously rising prices, forcing their rethinking. Price predictions based on production and reserve estimates (supply approach) give way to a new paradigm focused on demand. From concern about exhaustion, we have moved on to the need to assign maximum importance to the negative externalities implicit in the consumption of fossil fuels, since it is imperative to stop greenhouse gas emissions. In the energy transition, the peak of demand will be crossed and the decline in the use of oil will begin with the predominance of green, abundant and cheap energies. The event should occur – if the hypotheses presented are correct – before the end of the third decade of the 21st century, although it could be delayed or anticipated. This article also comments on the Venezuelan scenario in the face of the situation, concluding that its position is relatively unfavorable.

Keywords: Negative externalities, hubbert's peak, energy transition.

Validade do pico de Hubbert na transição energética

RESUMO

Este artigo discute a validade do Pico de Hubbert, o momento em que metade do petróleo mundial teria sido consumido, no contexto da chamada transição energética. Esta investigação quantitativa e descritiva mostra que as tendências observadas contrariam os postulados básicos de Hubbert de escassez e aumento contínuo dos preços, obrigando a uma reavaliação. As previsões de preços baseadas na produção e nas estimativas de reservas (abordagem do lado da oferta) dão lugar a um novo paradigma centrado na procura. As preocupações com o esgotamento passaram para a necessidade de atribuir a máxima importância às externalidades negativas implícitas no consumo de combustíveis fósseis, uma vez que é imperativo pôr termo às emissões de gases com efeito de estufa. Na transição energética, o pico da procura será ultrapassado e o declínio da utilização do petróleo começará com a predominância de energia barata, abundante e verde. Este acontecimento deverá ocorrer - se as hipóteses apresentadas estiverem correctas - antes do final da terceira década do século XXI, embora possa ser adiado ou antecipado. Este artigo comenta também o cenário venezuelano, concluindo que a sua posição é relativamente desfavorável.

Palavras-chave: Externalidades negativas, pico de hubbert, transição energética.

Introducción

La utilización de fuentes de energía en los últimos cien años se ha concentrado en los combustibles fósiles convencionales: petróleo, gas natural y carbón. La British Petroleum. (BP), (2023, p. 144) corrobora lo afirmado. En la matriz del consumo global, en términos relativos, para el año 2019, los primeros lugares fueron ocupados por el petróleo (30,78%), gas (22,32%) y los renovables (11,80%). Luego el hidrógeno (6,08%) y en último lugar se situó la energía nuclear (3,98%).

En tales escenarios, a finales del siglo XX, la seguridad energética de los países se vio seriamente amenazada ante el convencimiento de que los combustibles fósiles pronto se agotarían. Surgió la interrogante sobre si la producción futura de petróleo podría satisfacer la demanda proyectada y sostener el crecimiento económico continuo.

Esta inquietud fue abordada por el geólogo norteamericano, King Hubbert, quien a mediados del siglo pasado (año 1956), desarrolló un modelo matemático para predecir los límites de extracción en los Estados Unidos de América, similar a la curva de la normal con máximo en el centro, (el pico), paradigma que la comunidad científica asumió sin mayores objeciones. Tan creíble se hizo esta tesis, que al finalizar el siglo aparecieron portales electrónicos en los que se calculaba en tiempo real cuánto petróleo quedaba.

Al comenzar el presente siglo, la sociedad global empezó a ver con mayor claridad que los efectos ambientales de la energía fosilizada podían traer altos costos para la supervivencia humana. La conciencia de este riesgo (Corredor, 2018, p.109) ha llevado a muchos países a emprender acciones para modificar la matriz energética, reemplazar las fuentes convencionales por otras más limpias. Este es el escenario actual donde la gran apuesta es reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), lo cual requiere cambiar las fuentes energéticas y las tecnologías de consumo actual. La International Renewable Energy Agency (IRENA, 2017, p. 12), expone que la transición energética es el sendero que conduce al cero uso del carbón por parte del sistema global de energía. En otras palabras, es el lapso que debe transcurrir para realizar la sustitución del patrón de producción y consumo de energía.

Los pronósticos de precios ascendentes basados en una oferta menguante (escasez) a que se refiere el Pico de Hubbert, (LaFalce, 2022, p. 307), inicialmente correctos o confirmados, se han tornado obsoletos, desmentidos por los hechos. El escenario vislumbrado desde el año 2014 propicia abiertos cuestionamientos, con la aparición de un nuevo paradigma fundamentado en la determinación del momento en el que se abandonará el consumo de combustibles fósiles con miras a detener el calentamiento global.

El presente estudio evalúa el cambio de paradigma en el período de transición energética. Para la consecución de este objetivo, el documento se organiza de la siguiente forma: en una primera sección se ofrece un marco teórico donde se exponen los postulados básicos de los dos paradigmas bajo escrutinio. En una segunda sección, se señala la metodología empleada. En una tercera sección se exponen los resultados, para ello se muestran los hallazgos empíricos y se contrastan los resultados obtenidos con los postulados teóricos. Inmediatamente se agrega un comentario sobre la transición en Venezuela. Finalmente se presentan las conclusiones y se insertan las referencias.

Metodología

Se trató de una investigación cuantitativa de tipo descriptivo que toma como ámbito temporal el último cuarto de siglo y al que se le suma una década adicional, en donde se incorporaron proyecciones de consultoras y firmas especializadas, es decir, que se utilizaron directamente cuadros y gráficos estadísticos de fuentes secundarias. Se plantearon las iniciales tesis sobre las cuales se sustentan el pico de Hubbert y el pico de la demanda y se procedió a cotejar con las tendencias observadas. El análisis de la data ofrecida por la OPEP y la EIA usando la estadística descriptiva, ayudó a determinar patrones y las tendencias que ponen de relieve la obsolescencia del paradigma de Hubbert.

Resultados

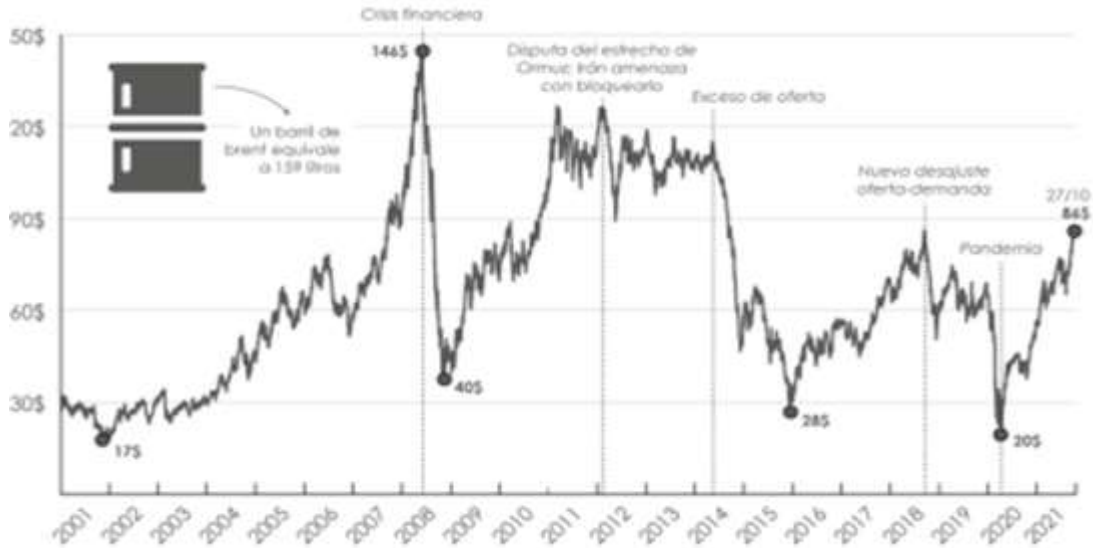
Hallazgos

La trayectoria de los precios del barril de petróleo en el siglo XXI dista mucho de acoplarse a la tendencia pronosticada por el paradigma de Hubbert. En el Gráfico N° 1 se marcan eventos que movieron el carrusel de los precios por una especie de montaña rusa. Para los propósitos aquí perseguidos, no es necesario detallarlos, tan sólo interesa la tendencia. Se utiliza como referencia el crudo “Brent”, el más caro del mercado.

En este gráfico, se aprecian tres ciclos de auges y caídas abruptas seguidos de un cuarto episodio alcista que arranca en abril 2020. El primer ciclo de larga duración abarca 7 años de ascenso hasta julio del 2008, obteniéndose un precio récord histórico de 144\$ por barril; seguido por 6 meses de desplome de los precios. Un segundo ciclo con unos precios por encima de los 100\$ por barril, período 2009-Enero 2016. Un tercer momento (2016-2020) con un pico de 90\$ por barril a finales de 2018; seguido de un descenso ocasionado por la pandemia. En el mismo gráfico se observa que los ciclos van disminuyendo su duración (amplitud) y los hundimientos cada vez son más profundos. En 2020 sucede otro crecimiento vertiginoso de los precios petroleros sin poder anticipar si caerán abruptamente o tendrá lugar un episodio de auge post-pandemia. La incertidumbre deviene por la

interdependencia de los participantes, acciones y respuestas condicionadas que caracterizan los oligopolios, aspecto que se aborda más adelante.

Gráfico 1. Evolución del precio del barril (\$ USA) de petróleo Brent (2001-2021).



Fuente: El Orden Mundial (2021)

Adicionalmente, recortes o aumentos del bombeo por parte de la OPEP+, o sucesos como la invasión de Rusia a Ucrania y el conflicto bélico en el Medio Oriente en octubre 2023, constituyen episodios que dificultan los pronósticos naturales. No obstante lo anterior, es posible armar una conjetura sobre la probable evolución de los precios debido a la fuerza que ha venido adquiriendo la idea de la inminente caducidad de los combustibles fósiles.

Interesa remarcar que con el paso del tiempo la trayectoria de los precios se desmarca de la tendencia pronosticada. El blog el Ordenmundial.com, fuente del Gráfico 1, anota eventos que a su entender influenciaron el comportamiento de los precios en el siglo XXI. En particular, atribuye a un exceso de oferta el desplome acaecido en 2014, sin destacar el papel protagónico jugado por el ingreso al mercado del petróleo tecnológico de los esquistos. Tal omisión, frecuente en artículos de prensa, impide allegarse a una explicación satisfactoria del comportamiento de los precios por la sencilla razón de que pasa por alto una transformación estructural: un mercado prácticamente monopolizado converge en un oligopolio diferenciado que se abre luego hacia un mercado competitivo, en un proceso complejo con desarrollos tecnológicos sofisticados y nuevos actores.

Las expectativas de precios ascendentes y de escasez pronosticada, hicieron que el mercado generara respuestas y previsiones. Por un lado, reforzó en la OPEP gastados argumentos que colocan lo no renovable por encima de lo renovable y abrió paso a posiciones falsamente conservacionistas que justificaron recortes en

aras de un abastecimiento futuro; y por el otro, generó fuerzas impensadas como respuesta desde el lado de los países consumidores.

En ese sentido y como parte de esas reacciones imprevistas, el gobierno de los Estados Unidos lanza el *Hydrogen Posture Plan* (United States Department Energy, 2006, s/p), un programa que introduce la tecnología del hidrógeno; y que según sus propios términos, transformaría la matriz energética mundial. El documento estima que para el año 2015 comenzaría la penetración del mercado. Es así que las grandes corporaciones petroleras sumaron esfuerzos involucrándose y relacionándose en dicha dinámica energética desde la Chevron hasta Sunoco, se transforman en corporaciones energéticas (Naveda y Cadenas, 2008, p. 38).

Varios países han reportado ambiciosos planes de hidrógeno, el caso más reciente Alemania 2022 (Energy Partnership, 2023, p. 4). Estos años se caracterizan por la irrupción de energías alternativas. En resumen, la humanidad no se cruzó de brazos para contener el calentamiento global y desarrollar alternativas para suplir el prefigurado agotamiento y una eventual escasez relativa.

En el contexto anterior, la inicial estrategia norteamericana, secundada luego por otros países, encajó en la dinámica o tendencia del mercado de hidrocarburos, tal como se expondrá. En una primera fase los recortes acordados en el seno de la OPEP dejan segmentos de la demanda sin cubrir, circunstancia que los nuevos competidores o productos aprovechan para penetrar, destacándose en una primera fase la fracturación hidráulica (*fracking*), impulsada por Estados Unidos, México y Canadá (Travieso, 2013, p.20; Revenga, 2015, s/p). En una segunda fase, debido a las externalidades negativas cada vez mejor conocidas, es decir, la contaminación y el daño ambiental, las fuentes energéticas renovables amplían y diversifican la oferta haciendo más competitivo el mercado y menos escaso el recurso. De hecho, en 2014 la proliferación de sustitutos frenó la carrera alcista de los precios, tal como postula la teoría económica.

Aunque el *Fracking* resultó viable tecnológicamente desde sus inicios en 2005, ha estado expuesto a reparos ambientales y dificultades competitivas porque en su desarrollo temprano los costos superaban el precio del crudo convencional. Las circunstancias y estrategias desarrolladas para hacerlo viable pasaron desapercibidas o se ocultaron deliberadamente. De esto se ocuparía la literatura posteriormente. Al respecto, véase De Castro (2009, pp. 1825-1833); Dias (2019, pp. 197-208). Ahora bien, cualquiera que sea el caso, la introducción de los esquistos y otras fuentes energéticas alternativas ha de verse como efecto conjunto de la escasez relativa y precios favorables que alteraron de manera irreversible los fundamentos del mercado (oferta, demanda, precio, inversiones, competencia entre productores y relación precio-costos).

En la actualidad, hablar de mercado petrolero resulta un anacronismo. En rigor, corresponde denominarlo mercado energético con características particulares que se abordan a continuación:

El incremento de la producción de esquistos en EEUU, lento en el lustro anterior, fue tan vertiginoso entre 2010-2014 que los países árabes decidieron artificialmente reducir sus precios para no perder mercado, es decir, que desataron una guerra de precios. Desde entonces, la capacidad de producción a nivel global ha tendido a superar el crecimiento de la demanda, contrariando los supuestos del pico de oferta. En 2014 el petróleo llegó a cotizarse en \$107.95 por barril, mientras que en octubre empieza a declinar y a finales del mismo año cae al piso de \$26.19 por barril. Luego vendría un panorama de relativa estabilidad, ya que, el precio se movió entre \$40-\$60 dólares por barril en el año 2017 e inicios del año 2020. No obstante, la capacidad de producir, Oferta S, rebasa por mucho la demanda existente ($S > D$), (Fernández, 2020, s/p)

Esto indica que con la revolución de los esquistos el petróleo deja de ser un recurso escaso en términos absolutos, creándose incluso dificultades de almacenamiento que influyen sobre los precios, vulnerando de paso el poder monopólico ejercido por la OPEP. Se desata una feroz competencia, ya no entre productores de crudo convencional, sino entre estos y los productores de no convencionales. Siendo así, el precio será el resultado de la confrontación de dos grandes bloques, es decir, la OPEP y los productores de esquistos. Esto, sin dejar de lado la incorporación de un tercer bloque de importancia creciente, conformado por numerosos productores de energías renovables. Las decisiones de los bloques, bien sea mediante acuerdos (colusión) o confrontación abierta (guerra de precios), en adelante determinarán la oferta global S_G , en otras palabras $S_G = (S_{CC} + S_E) + S_A$.

En donde S_G es la suma de la producción de crudos convencionales S_{CC} más la producción de crudos no convencionales, esencialmente esquistos S_E , más los productos de la transición hacia energías limpias S_A . A propósito de lo anterior, se destaca que desde 1998 la contribución de la OPEP a la oferta global deja de ser mayoritaria y empieza a disminuir su peso relativo, indicio cierto del incremento de la competitividad.

En sintonía y a propósito con lo expuesto, se ha de considerar que el mercado de la energía que emerge no es homogéneo, a objeto de comprender la movilidad de los recursos en busca de ganancias. Por el lado de la oferta S compiten en desiguales condiciones recursos naturales, como el petróleo, productos con valor agregado como los esquistos, y otras alternativas basadas en desarrollos científico-tecnológicos, como la eólica, nuclear, y en el extremo, energías renovables o energías verdes, algunas en fase experimental. Todo ello indica que son productos diferenciados que dan lugar a estructuras de costos diferentes.

El oligopolio diferenciado que se conforma, tanto en teoría como en la práctica, se caracteriza por frecuentes acciones y estrategias encaminadas a menoscabar el poder de mercado de su(s) competidor(es), que desembocan bien en colusión o en guerras de precios. Aunque hay períodos de relativa tregua, de convivencia armónica, intereses económicos geopolíticos mantienen en pugna a los principales actores. Esta tensión se vivió en el siglo pasado en las guerras intra-OPEP; después de 2015 la guerra continúa pero ahora tiene lugar entre la denominada OPEP+ y los restantes productores.

Puede también colegirse de lo anterior, que en un ambiente competitivo, algunos actores petroleros, ciertos tipos de crudo o energías alternativas puedan ser desechadas y no contar con acceso al mercado o verse obligadas a cierres temporales al no ser rentables o generar beneficios subnormales. Una estructura de costos elevada, un régimen fiscal depredador o un ambiente institucional de inseguridad jurídica también puede ahuyentar a potenciales inversionistas (Monaldi, 2010, pp.11-13). Uno o varios de los factores anteriormente expuestos explicarían la escasez relativa de oferta que se observa en algunas regiones petroleras con abundante dotación de recursos, como es el emblemático caso Venezuela. Al respecto, consúltese Mendoza (2021, pp. 3-6). La prueba es que el fracking también fue expulsado temporalmente del mercado por elevados costos en 2015, aunque algunos productores eficientes resistieron (Carbajales, 2023, p. 91). En las arenas bituminosas de Alberta, Canadá, el volumen anual de producción según variables y cuadros consultados se redujo en 2017 (Datosmacro, 2023, s/p) por la misma causa. Episodios que pueden reaparecer dependiendo de la relación costos y precios.

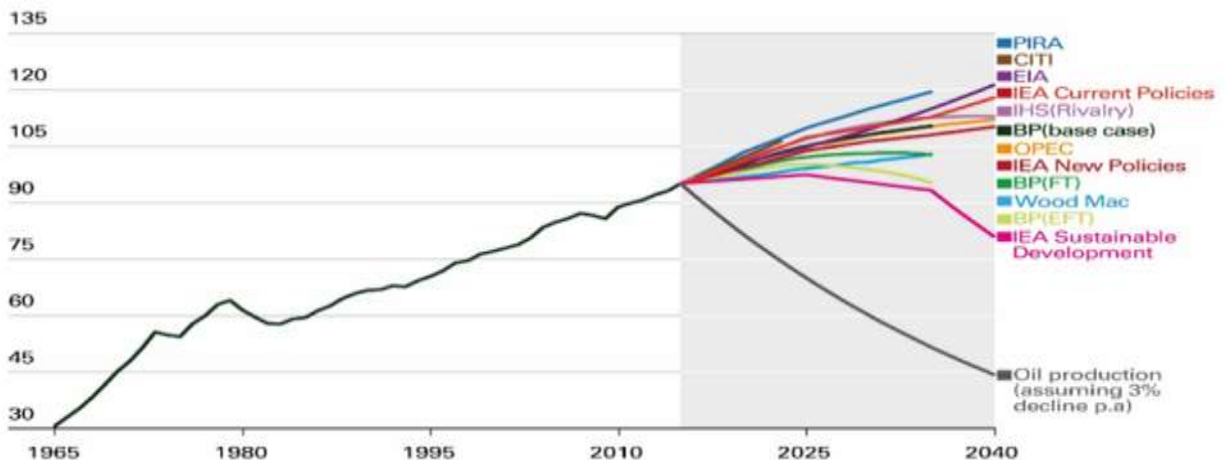
Tratado y aclarado el tema de una eventual escasez relativa, sea oportuno contrastar las tesis del agotamiento con las referencias empíricas. La oferta de petróleo no convencional, S_E , representa alrededor del 70% de las reservas recuperables conocidas en todo el mundo, o posiblemente más, según el Informe del IEA 2013 (*Resources to Reserves 2013*, p.17). Los petróleos pesados y las arenas bituminosas en conjunto representan alrededor del 32% del total de recursos recuperables, los petróleos compactos y ultraprofundos representan alrededor del 10%. El kerógeno es el recurso no convencional más abundante con un 35%, pero tiene menor potencial económico y contenido energético. Dada la enorme magnitud de estos recursos no convencionales, habrá combustible durante varios siglos, los únicos obstáculos están 'en la superficie', es decir, mantener los precios lo suficientemente altos como para estimular la innovación tecnológica.

Desde otro punto de vista, tomando en cuenta la rentabilidad del negocio, las energías alternativas han venido superando las barreras de entrada al mercado al tornarse competitivas. Según reporte de Bloomberg (2020, s/p), la energía solar es cada vez más barata. "Las fuertes caídas en los costes de equipos solares, a saber, los módulos que van en los techos y en las grandes plantas, han hecho que esta tecnología esté ampliamente disponible para viviendas, empresas y redes".

El FMI (2020, s/p) señala que desde 2010, alrededor del 1 % de la demanda del mercado fósil fue reemplazada por la generación de energía renovable, y se acelera. En 2017 está en 5 %, reduciendo el crecimiento de la demanda de energía primaria a cero. Esto es causado por las energías renovables, con aproximadamente el 100 % de la eficiencia de la producción eléctrica, reemplazando las plantas de energía fósil con un 38 % de eficiencia en promedio.

Con el escenario planteado, se proyecta el cruce del camino de expansión de las energías renovables con el de la declinación de los combustibles fósiles, dando lugar al pico de la demanda que se muestra a continuación en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Pico de la demanda mundial petrolera (millones de barriles/día).



Fuente: BP (2023)

De acuerdo a las proyecciones de diversas fuentes especializadas señaladas en el Gráfico 2, la demanda de combustibles fósiles alcanzará su cenit en torno a los 100 millones de barriles diarios, al finalizar la tercera década del presente siglo.

Discusión

La tarea por desarrollar en esta sección se divide en dos partes. La primera encara la refutación del pico de Hubbert en sus fundamentos y la segunda expone el declive petrolero por el pico de la demanda. En atención a esto último; por tratarse de un evento que no es positivo pero se estima su ocurrencia, es preciso, como acto de responsabilidad, advertir que los argumentos aquí ofrecidos deben tomarse con cautela.

Parte I: Vigencia del Pico de Hubbert

El crecimiento violento de los precios observado entre 2003 y 2008, acreditaron las tesis del agotamiento. El errático comportamiento registrado en los años subsiguientes, puso en entredicho esa idea, hasta entrar en descrédito total posteriormente al no poder explicar la paradoja de precios bajos para un producto supuestamente escaso. Más aún, el previsible efecto conjunto del natural agotamiento del recurso (escasez absoluta) más los recortes inducidos OPEP, (escasez relativa), no se dio, por lo cual, se tendrían que haber disparado los precios. El primer caso es una limitación impuesta por la naturaleza, dotación de factores rígida. En el segundo, se trata de decisiones político-mercantiles, resultado de la acción humana, independientes del volumen de recursos disponibles. De modo que cualquier episodio de escasez, insuficiencia de oferta, debe explicarse desde el ámbito humano.

En términos epistemológicos, cabe afirmar que la teoría del pico de Hubbert fue falsada por la realidad, tal discrepancia entre hechos y teoría, de alguna manera refleja la temporalidad (vigencia en los términos aquí manejados) de los paradigmas ya advertida por Weber (1949, p. 144): los constructos siempre se ven forzados a transformarse por la vía de la “expansión y cambio del horizonte científico”.

La teoría económica sostiene que precios altos corresponden a productos escasos. Sin embargo, en el período de precios en alza, 2005-2014, no hubo escasez. Estadísticas de Enerdata (2022,s/p) “Tendencia durante 1990-2022”, apoyan la afirmación y confirman el aumento sostenido de la producción mundial.

Pudiera contra argumentarse que los precios y los costos importantes son los esperados en el futuro, valga decir, cuando se convierta en realidad la escasez pronosticada. Aceptar esta formulación sin más, apoyada tan sólo en estimaciones o expectativas pesimistas, negándose a nuevos descubrimientos, despojaría de soporte fiable al cálculo económico. Incluso, dando por bueno el contra argumento, existen otras objeciones de mayor peso que menoscaban su consistencia y validez, tal como se señalará.

La más fuerte es que la teoría del pico alberga una limitación insalvable, común a todas las formulaciones estáticas: desconoce la innovación tecnológica, mecanismo que de acuerdo con LaFalce (2022)

Ha demostrado ser, hasta ahora, el único eficazmente empleado a lo largo del mercado para satisfacer las necesidades de recursos limitados en términos físicos, pero muy difícilmente agotables en términos económicos. Desde las Sand oil, la Shale oil, el Fraking oil, todas las innovaciones tecnológicas ofrecieron un shock de oferta increíble, que aumentó las existencias del petróleo e hizo bajar los precios mundiales (p. 308).

Desde la perspectiva de la contabilización de las reservas, la evidencia empírica contradice la tesis del agotamiento, pudiendo afirmarse que es una tesis falaz. Se puede decir que prematuramente pretende condenar al fracaso la labor de los exploradores petroleros: no habrán descubrimientos importantes. Esta formulación pasa por alto que los hallazgos de nuevo petróleo *in situ* no se puede predecir (Adelman, 2001, pp. 169-191). Ello contraria, además, el sentido común, pues es casi imposible determinar la probabilidad de encontrar un reservorio determinado en una localización determinada. Más aún, “pueden pasar décadas antes de que se conozca el contenido exacto de un campo” (Ferrán, 2007, p. 232).

De manera general cabe afirmar entonces que el shock negativo que experimentaría la economía después de la fecha fijada para el pico, es decir, el año 2012, posee una visión de la economía muy restringida, se limita a la oferta, desconociendo el papel de la demanda, la innovación y la especulación.

La data disponible (LaFalce, 2022, p. 311) evidencia de manera clara que las reservas probadas a nivel mundial han aumentado consistentemente desde 1980, contrariando la predicción de Hubbert, tal como se muestra en el Grafico 3.

Gráfico 3. Reservas probadas a nivel mundial (miles de barriles diarios).



Fuente: LaFalce (2022)

En concordancia con lo anterior, reviste interés agregar dos comentarios. El primero se refiere a que la trayectoria de largo plazo de las variables consumo y producción, muestran similitudes a la de las reservas. El segundo, reseña un evento totalmente inesperado que viene a contrariar las tesis in comento, ya que en abril 2020 ocurre un pico de precios negativo, es decir, que los compradores (demandantes) pagaron para que no les llevaran el producto, y los costos de almacenamiento resultaban excesivos. La caída del nivel de actividad económica debido a los problemas sanitarios; las restricciones en el transporte; la disminución de la demanda energética en el sector industrial y el abarrotamiento de los depósitos de petróleo,

son aspectos que, aunque efímeros y restringidos a los Estados Unidos, generaron un hundimiento que echa por tierra el presupuesto de escasez.

Por si faltase otra prueba de la falsedad de los supuestos, los recortes inducidos por la OPEP testimonian que la oferta mundial es mayor que la demanda. Al respecto, los tradicionales miembros del cártel, en 2015, sumaron a diez productores de crudos convencionales (Rusia, Kazajstán, Azerbaiyán, Malasia, México, Bahrein, Brunei, Omán, Sudán y Sudán del Sur) creando la OPEP+ intentando fortalecer su dominio de mercado, con limitados y discutibles logros temporales de acuerdo a los números suministrados en Statista (2023,s/p). Los precios no se mueven tendencialmente hacia arriba porque el recurso no es escaso, aunque puede haber desabastecimiento temporal. En conjunto, los OPEP+ producen menos que antes. Lo que se observa desde 2014 no es una crisis de oferta, es una crisis de demanda. Por otra parte, en línea con la argumentación previa, (Fernández, 2020,s/p) expone que Estados Unidos se está quedando sin almacenes para reservar el petróleo.

No obstante, según (De Castro *et al*, 2009, pp. 79-81) varios académicos han expresado sus dudas acerca de la viabilidad de este nuevo proceso ya que no está claro cómo compensar la disminución de los flujos convencionales sin traumas. A pesar de su abundancia, no hay garantía de que las fuentes no convencionales puedan sustituir a las convencionales *a escala social*, es decir, sin agravar el daño ambiental que se pretende detener. Pero este es un problema de otra índole.

Para finalizar esta parte, cabe añadir que, de acuerdo a la teoría, la demanda de un bien es bastante rígida cuando no hay una fácil sustitución por otro; lo cual, no es el caso del petróleo en la cesta energética. Un buen ejemplo son los autos que usan gasolina y migran hacia el gas, o la reciente proliferación de automóviles eléctricos. Por eso, en tiempos recientes, los recortes de la producción o su anuncio, las amenazas bélicas o la conflagración efectiva, ya no se traducen -como en el pasado- casi de manera automática en aumentos de precios. Señal clara de que no es por escasez, se trata de rezagos temporales de abastecimiento, por inadecuación inmediata de la oferta.

Esta última situación se evidenció en una primera etapa de la Guerra Rusia-Ucrania. Se dispararon los precios y disminuyó el suministro. Seis meses después, se había cerrado la brecha de mercado, suceso atribuido al crecimiento exponencial de los esquistos en EEUU y al aporte de fuentes no convencionales en diversas regiones. El resultado es que EEUU se coloca en primer lugar del ranking petrolero mundial Enerdata (2023, s/p) a pesar o gracias a los recortes de la OPEP.

Parte II. El pico de la demanda. Declive del petróleo en la matriz energética.

La transición energética no es una novedad. Al finalizar la 2da Guerra Mundial, tras el estallido de dos bombas atómicas, se promociona la energía nuclear con fines pacíficos como la fórmula salvadora para la transición, se anuncia la sustitución del

petróleo fósil. Sólo un puñado de países desarrollados estaba en capacidad de generarla (FMI, 2022, pp. 18-19). Se dejan de construir refinerías y proliferan plantas nucleares, mientras que el precio del barril se mantiene para cerrar la entrada de eventuales rivales.

Cuando se creía resuelto el problema de la escasez de energía, un accidente en la central nuclear Three Mile Island en Harrisburg, Pensilvania, en marzo 1979, vino a cuestionar su viabilidad, paralizando numerosos proyectos en EEUU. El haberse vertido desechos y gases radioactivos a varios kilómetros, puso en riesgo a dos millones de vidas y la sociedad comprendió el peligro (El Universal, 2019, s/p).

Faltarían aún siete años para que el desastre de Chernóbil, Ucrania, 1986, antigua URSS, encendiera las alarmas en todo el planeta y se detuviera definitivamente esta vía, para volverse al petróleo. Los efectos se sentirán por más de doscientos años. En marzo de 2011 en la “súper segura” central nuclear de Fukushima, Japón, un tsunami activó emisiones de los reactores a nivel 7, algo grave en la escala internacional de 1 a 7. En virtud de lo expuesto, la humanidad ha seguido en la búsqueda de sustitutos amigables con el ambiente, más eficaces y más baratos. Muchos proyectos, como biocombustibles, etanol, naufragaron por elevados costos o por daños ambientales, hasta que en 2005 EEUU introduce con éxito el petróleo de esquistos o de lutitas dando lugar a la denominada revolución energética. En la actualidad, se apuesta por diversas fuentes, teniendo al hidrógeno verde y al aprovechamiento de la energía solar como puntas del iceberg.

Aunque esta situación hace ver que el discurso de la transición entraña dificultades enormes y que las predicciones no tienen por qué cumplirse, tal como pasó con la energía nuclear; el siglo XXI parece ser un tiempo o un paso obligado, tanto por preocupaciones ambientales como porque la solución ‘verde’ es económicamente viable.

En ese sentido, Estenssoro (2011) actualiza el problema de la transición en los siguientes términos:

La dependencia de fuentes energéticas fósiles es, en gran medida, la responsable del calentamiento global, cuyas consecuencias se visualizan desastrosas y obligan a actuaciones colectivas y urgentes a nivel mundial si concordamos con Fred Pearce cuando señala que para evitar un aumento de 2°C en la temperatura media del planeta se necesita que las emisiones de CO₂ alcancen su valor máximo en aproximadamente cinco años, reducirse por lo menos a la mitad en los cincuenta subsiguientes y continuar después con una tendencia a la baja. (p.14)

Frente a esta sentencia, cabe oponer que no sea lo mismo desear que las cosas se cumplan que lograr su cumplimiento, ya que, el objetivo de descarbonización tropieza con diversos obstáculos.

Uno de ellos es que los países potencias del mundo no están dispuestos a disminuir conscientemente su actual estándar de vida o retrotraerlo a estándares de décadas pasadas, con el propósito de minimizar el efecto invernadero, tal como lo establece uno de los objetivos del milenio trazado por las Naciones Unidas.

Los países del primer mundo no están dispuestos a sacrificarse y los países que dependen de las exportaciones de recursos naturales tampoco están dispuestos a renunciar a sus ingresos en divisas, con abierta alusión a la OPEP.

No obstante, la sustitución del patrón energético cuenta con estímulos que facilitan la transición. Los más relevantes son los incentivos (fondos de inversión con tasas preferenciales, largos períodos de amortización, exenciones de impuestos, subsidios) que otorgan los gobiernos -nacionales y locales- en muchos países. Alicientes que persiguen en simultáneo generar empleo y reducir la dependencia externa, en razón de que los grandes proveedores de crudos convencionales se ubican en regiones del mundo políticamente inestables, que llenan de incertidumbre un suministro sin interrupciones y seguro. También la ubicuidad de las fuentes es ventajosa, como por ejemplo la energía solar, que puede aprovecharse en cualquier parte.

Otro elemento que juega a favor de la sustitución, aunque parezca poco creíble a primera vista, es el tenaz propósito de la OPEP+ de promover precios altos. Si el petróleo se mantiene en cotas elevadas durante un tiempo (al igual que el gas natural), además de la destrucción de demanda de corto plazo, esto podría suponer el impulso definitivo a las energías renovables en el mediano y largo plazo. Los movimientos de precios generan los incentivos más potentes. Las ventas de coches eléctricos o la instalación de paneles solares en domicilios y empresas, junto a una mayor inversión en la mejora de las baterías para almacenar energía, pueden ser algunas de las tendencias que sufran un mayor impulso como producto de este nuevo pico del petróleo (elEconomista.es, 2022,s/p).

El momento preciso en que habrá de ocurrir el pico de la demanda nadie lo sabe, pero se tiene la certeza que llegará. Mientras tanto, pudieran anticiparlo o postergarlo fuerzas de diverso signo, entre ellas eventuales catástrofes asociadas al cambio climático. Esto significa que el temor a desastres acelerará la transición energética, muy a pesar de que el recrudescimiento de las hostilidades entre países pudiera pausar el proceso. O tal vez la transición ocurra en medio de estas dos tensiones.

Adicionalmente y bajo el contexto de la transición se tiene: Venezuela cuenta en la Faja Petrolífera del Orinoco con el reservorio más grande del mundo. Se trata de

una formación de crudos con costos elevados y complicados procesos de extracción y refinación. Desde el punto de vista económico puede considerarse que la colocación de estos crudos en un mercado competitivo, con abundante provisión de sustitutos eficaces, es altamente improbable. Desde el punto de vista ambiental, de acuerdo a los argumentos ofrecidos, los crudos de la Faja aparecen en el podio de candidatos a ser sustituidos por su potencial efecto contaminante. Ello coloca a Venezuela en una posición poco favorable, ya que, en función de la tendencia sustitutiva, existe la franca posibilidad de que esos crudos se queden atrapados en el subsuelo.

Conclusiones

A la luz de los resultados obtenidos y en atención a los argumentos expuestos, se ha de afirmar lo siguiente:

Según la teoría de Hubbert, el momento del pico de la oferta petrolera debió haber llegado cerca del año 2012 con un agotamiento de las reservas, iniciándose una etapa de precios en ascenso. Esto se convirtió en una quimera. El modelo se hizo obsoleto al restringir el análisis de la oferta, dejando de lado importantes temas como el desarrollo tecnológico, expansión de las reservas por exploraciones exitosas, las externalidades negativas implícitas en el consumo de combustibles fósiles y las preferencias del consumidor.

El mercado energético dejó de ser cubierto total y exclusivamente por la producción de crudos convencionales S_{cc} . Su oferta y demanda pasan a ser adicionalmente atendidas por la producción de crudos no convencionales, esencialmente esquistos S_E y por productos energéticos limpios.

El pico de Hubbert o pico de oferta entró en obsolescencia. Se está a la espera de un pico de la demanda, evento que debería ocurrir antes de que finalice la tercera década del siglo XXI, con el apoyo de los principales actores involucrados en la dinámica energética mundial, conscientes de la imperiosa necesidad de salvaguardar el planeta y el futuro de la humanidad.

Eventos imponderables como guerras, desastres naturales, rezagos tecnológicos y pactos entre naciones, pueden transformar coyunturalmente las tendencias de las variables fundamentales y los precios de un mercado tan particular, anticipando o acelerando el pico de la demanda. Ello obliga a seguir de cerca tanto los acontecimientos que puedan distorsionar artificialmente el mercado de la energía como los sucesos regulares de su dinámica, incluyendo las innovaciones.

En definitiva, el haber tomado conciencia de las externalidades negativas asociadas al consumo de combustibles fósiles, hacen que en el horizonte de la transición energética no se vislumbre un pico de oferta sino un pico de demanda.

Referencias

- Adelman, Morris (2001). *World oil production & prices 1947-2000*. En *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 4(2), 169-191.
- Bloomberg (2020). *La energía solar alcanzó nueva capacidad*. Disponible: <https://www.bloomberg.com/latam/blog/la-energia-solar-y-eolica-alcanzo-el-67-de-la-capacidad> [Consulta: 22, julio, 2023]
- BP. British Petroleum 2012. *Statistical Review of World Energy 2012*. Disponible: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/lim1/docs/bpreview.pdf> [Consulta: 22, agosto, 2023]
- BP. British Petroleum (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*. Disponible: www.bp.com [Consulta: 22, agosto, 2023]
- Carbajales, José (2023). *El futuro de Vaca Muerta en el contexto argentino global*. Nueva Sociedad 306 (1), 86-107.
- Consejo Mundial de la Energía (2010). *Eficiencia Energética: una receta para el éxito*. Disponible https://www.worldenergy.org/assets/downloads/PUB_Eficiencia_Energética_Una_receta_para_el_exito_2010_WEC.pdf [Consulta: 22, diciembre, 2022]
- Corredor, Germán (2018). *Colombia y la transición energética*. Ciencia Política, 13 (25), 107-125.
- Datosmacro (2023). *Producción petrolera de Canadá*. Disponible: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/petroleo/produccion/canada>. [Consulta: 11, enero, 2023]
- De Castro, Carlos; Miguel, Luis Javier y Mediavilla, Margarita (2009). *The role of non conventional oil in the attenuation of peak oil*. Energy Policy 37(5), 1825-1833.
- Días, Rodrigo (2020). *El fracking en la encrucijada: Una tecnología que avanza entre la rentabilidad económica y la sustentabilidad medioambiental*. Espiral, Revista de geografías y ciencias sociales, 1(2), 197-208.
- EIA (2013). *Resources to Reserves 2013*. Disponible: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/afc6bec5-22e8-4105-a1b3-ceb89eaec1e9/Resources2013.pdf>. [Consulta: 22, marzo, 2023].
- EIA (2022). *World Energy Outlook 2022*. Disponible: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>. [Consulta: 21, Junio, 2023]

- elEconomista.es (2022). Portal electrónico. *El petróleo está a punto de entrar en la fase de destrucción de demanda.* Disponible: <https://www.economista.es/mercados-> [Consulta: 18, marzo, 2023]
- El Orden Mundial, EOM (2021). *Evolución de los precios del petróleo en el siglo XXI. El Orden Mundial.* Disponible: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/la-evolucion-del-precio-del-petroleo-en-el-siglo-xxi/> [Consulta: 12, enero, 2023]
- El Universal (2019). *El mayor accidente nuclear. 20-09-2019.* Disponible: <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/como-fue-el-mayor-accidente-nuclear-en-la-historia-de-eu-y-por-que-la-planta-donde-ocurrio/>. [Consulta: 4, julio, 2023]
- Enerdata (2023) Tendencias energéticas mundiales. *¿Será el 2023 un año prometedor para la transición?* Disponible: <https://es.enerdata.net/publicaciones/informes-energeticos/tendencias-energeticas-mundiales.html>. [Consulta: 01, agosto, 2023]
- Energy Partnership (2023). *Adopción de la estrategia nacional del hidrógeno.* Disponible: <https://www.energypartnership.cl/es/newsroom/hidrogeno-alemania>. [Consulta: 21, julio, 2023]
- Estenssoro, Fernando (2011). *Crisis ambiental y desarrollo energético: un problema político.* En: energía y medio ambiente, una ecuación difícil para América Latina. 9-21. Universum 21 (2), 57-77.
- Fernández, Santiago (2020). *La crisis del petróleo.* Universidad Anáhuac. México. Disponible: <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/la-crisis-del-petroleo> [Consulta: 22, septiembre, 2022]
- Ferrán, Bernardo (2006). *Los precios del petróleo.* BCV. Colección Memoria de la Economía Venezolana. 21 (1), 231-233
- Fondo Monetario Internacional (2017). *End of oil Age: Not Whether But When.* Disponible: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2017/09/12/end-of-the-oil-age-not-whether-but-when> [Consulta: 22, noviembre, 2022]
- Fondo Monetario Internacional (2020). *Un futuro más verde empieza con un cambio hacia alternativas del carbón.* Disponible: <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2020/12/08/blog-a-greener-future-begins-with-a-shift-to-coal-alternatives> [Consulta: 22, noviembre, 2022]
- Fondo Monetario Internacional (2022). *El resurgimiento de la energía nuclear.* Disponible: <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2022/12/nuclear-resurgence-nordhaus-lloyd> [Consulta: 23, julio, 2023]

- GAO (2007). Reporte to Congressional Requersters. *Petróleo Crudo. La incertidumbre acerca de la oferta futura de petróleo*. Disponible: www.gao.gov/new.items/d07283.pdf [Consulta: 23, julio, 2023]
- International Renewable Energy Agency (IRENA, 2017). *Accelerating the Global energy transformation*. Rethinking Energy 2017. Disponible: www.irena.org/rethinking [Consulta: 23, julio, 2023]
- LaFalce, M. (2022). *Crítica austriaca a la teoría estática del «pico de Hubbert»*. *Procesos de mercado*, 19(1), 293–314. Disponible: <https://doi.org/10.52195/pm.v19i1.78>. [Consulta: 23, agosto, 2023]
- Mendoza, Carlos (2021). *Transición petrolera en Venezuela*. Disponible: https://www.aporrea.org/media/2021/12/venezuela_petrleo_y_transicin_v_pg2.pdf. [Consulta: 22, diciembre 2022]
- Monaldi, Francisco (2010). *La Economía Política del petróleo y el gas en América Latina*. Plataforma Democrática. Working paper N° 9, 1-31. Disponible: <https://www.plataformademocratica.org/Arquivos/La%20Economia%20Politica%20Del%20Petroleo%20y%20El%20Gas%20En%20America%20Latina.pdf> [Consulta: 23, junio, 2023]
- Naveda, Estela y Daniel Cadenas (2008). *Esta vez sí se j... Venezuela*. Caracas. Editorial Libros marcados.
- Organización de Países Exportadores de Petróleo (2007). *“World oil Outlook” 2006*. Disponible: <http://www.opec.org/opec>. [Consulta: 23, Abril, 2023]
- Organización de Países Exportadores de Petróleo (2021). *“World oil Outlook” 2020*. Disponible: <http://www.opec.org/opec>. [Consulta: 23, mayo 2023]
- Pérez, Juan (2016). *Nuevos fundamentos del mercado petrolero*. Período 20016-2015. *Gestión y Gerencia*. 10 (1), 1-24. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5635335> [Consulta: 23, Mayo, 2023]
- Revenga, Rafael (2015). *El petróleo: el efecto delfín en acción*. Disponible: <http://abra360.blogspot.com/2015/03/>. [Consulta: 23, enero, 2023]
- Statista (2023). Disponible: <https://es.statista.com/estadisticas/635467/produccion-de-petroleo-de-la-opec/> [Consulta: 10, marzo, 2023]
- Travieso, Fernando (2013). *Nueva Geopolítica de la Energía*. Eco desarrollo y Hábitat. Diario *Tal Cual*, pág. 20.
- United States Department Energy (2006). *Hydrogen Posture Plan*. Disponible: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/articles/hydrogen-posture-plan->

integrated-research-development-and-demonstration. [Consulta: 15, septiembre 2022]

Weber, Max (1949). *The methodology of social sciences*. Translated and edited by Edward A. Shils and Henry A. Finch with a foreword by Edward A. Shils. Illinois: The Free Press of Glencoe.

World Energy Trade (2020). ¿Llegará el punto máximo de la explotación del petróleo? Disponible: <https://lasempresasverdes.com/llegara-el-punto-maximo-del-explotacion-de-petroleo/> [Consulta: 02, octubre, 2023]