

SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA: UN PANORAMA EN LA INDUSTRIA PETROLERA GLOBAL

ENERGY SUSTAINABILITY: AN OVERVIEW OF THE GLOBAL OIL INDUSTRY

Carmen Aurora Matteo Larocca ¹ 

¹ Universidad Central de Venezuela, Venezuela. **Email:** auroramatteo@gmail.com

Para citar este artículo: MATTEO, C. A. (2022). Sustentabilidad Energética: un panorama en la industria petrolera global. *Revista Loginn: Investigación Científica Y Tecnológica*, 6(1).
<https://doi.org/10.23850/25907441.4741>

Recibido: 09 de febrero de 2022
Aceptado: 07 de abril de 2022
Publicado en línea: junio 30 de 2022

Resumen

..... Uno de los retos de mayor significación que enfrenta la humanidad con grandes posibilidades de transformación, es alcanzar una sociedad sustentable. La necesaria transición hacia la descarbonización de la economía se está planteando a nivel global; las advertencias sobre el pico del petróleo y la cada vez mayor tendencia hacia el uso de energías renovables, invitan a considerar un nuevo modelo energético, sustentable y ambientalmente inteligente. De allí que se presenta en este trabajo un análisis general del comportamiento de la industria petrolera global con un horizonte 2050 y las posibilidades de adoptar estrategias que faciliten la transición hacia un nuevo modelo energético. Para comprender la diversidad y complejidad de caracteres implícitos se utiliza el enfoque interpretativo y como método, la hermenéutica; asimismo, se asume las modalidades consecutivas de exploración-descripción-explicación para extraer aspectos fundamentales de la sustentabilidad y su integración al modelo energético actual; y a partir de diversas técnicas de análisis, la adopción de una visión totalizadora, y un proceso de categorización, explicación, abstracción y sistematización, se formularon algunas estrategias para ir propiciando la transición hacia la sustentabilidad energética.

Palabras clave: Desarrollo Sustentable; Sustentabilidad Energética; Industria Petrolera; Transición; Descarbonización.

JEL: Q01, Q04, Q03, Q42

Abstract

..... One of the most significant challenges facing humanity with great possibilities for transformation, is to achieve a sustainable society. The necessary transition towards the decarbonization of the economy is being considered at a global level; the warnings about peak oil and the increasing trend towards the use of renewable energies, invite us to consider a new, sustainable and environmentally intelligent energy model. Hence, this paper presents a general analysis of the behavior of the global oil industry with a horizon of 2050 and the possibilities of adopting strategies that facilitate the transition to a new energy model. To understand the diversity and complexity of implicit characters, the interpretive approach is used and hermeneutics as a method; Likewise, the consecutive modalities of exploration-description-explanation are assumed to extract fundamental aspects of sustainability and its integration into the current energy model; and based on various analysis techniques, the adoption of a comprehensive vision, and a process of categorization, explanation, abstraction and systematization, some strategies were formulated to promote the transition towards energy

Keywords: Sustainable Development; Energy Sustainability; Oil industry; Transition; Decarbonization. sustainability

Introducción

El modelo de desarrollo sustentado en el capitalismo y el crecimiento económico, ha producido una crisis global profunda y compleja que viene afectando a sociedades, y fundamentalmente, a los ecosistemas naturales.

El avance de fuerzas productivas -que hacen uso de grandes cantidades de insumos y generan altos niveles de residuos-, está impactando a la sociedad, agotando los recursos naturales, y la propia capacidad de carga de la naturaleza para una recuperación ecosistémica; esto sin dejar de considerar una serie de cuestionamientos por parte de diferentes actores sociales que vienen ejerciendo una presión política a nivel global.

Las dimensiones del costo ambiental, además de incrementar esta presión política, vienen generando una desigual distribución social de los afectados, siendo cada vez más evidentes en las últimas tres décadas; factores estos que han propiciado que la temática ambiental tome cada vez más relevancia en el direccionamiento de estrategias de gobiernos, y relaciones entre países; lo cual también tiene repercusiones en el medio industrial-empresarial.

La noción de desarrollo ha tenido numerosas discusiones a lo largo de la historia, desde posiciones reduccionistas que lo asocian al “crecimiento económico”, hasta enunciados y enfoques más holísticos que lo engloban con mejores condiciones para los miembros de la sociedad, es decir, aquellas que planteen un mayor acceso a la seguridad, protección, participación, identidad, libertad, en general a una mayor subsistencia. Un desarrollo sustentable que incluye en posición relevante las relaciones entre sociedad y el entorno natural. Obviamente, *este tránsito ha significado una nueva visión y un gran desafío en la estructuración misma de la sociedad.*

La sustentabilidad, es concebida como una nueva forma de vivir que demanda, un cambio de enfoque en la finalidad del desarrollo, la redefinición de los esquemas de satisfacción de las necesidades humanas, y el respeto y resguardo de todas las formas de vida del planeta; plantea una noción equilibrada entre los aspectos económico, ambiental y social, como bases para un nuevo enfoque del desarrollo. La Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (1987), define al *Desarrollo Sustentable*, como: “aquel que admite satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”(p.75), concepto que se adoptó en el 3er Principio de la Declaración de Río de 1992, y que se ha venido revisando en las diferentes cumbres y conferencias de la Organización de Naciones Unidas - Cumbre de la Tierra de Johannesburgo de 2002, Cumbre de la Tierra Río+20 -Brasil 2012-, La 21ª Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP21) de París, en 2015, y últimamente, la “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible -objetivos del desarrollo sostenible (ODS) 2015-2030-” aprobada en septiembre del año 2015 en New York- Estados Unidos; y en la cual se asientan con mayor especificidad el tema ambiental y el crecimiento económico.

Un nuevo paradigma se está gestando en todos los órdenes de la vida humana, teniendo repercusiones en los modos de producción y consumo. El avance de las tecnologías de información y comunicación y una mayor conciencia de la sociedad acerca del “calentamiento global y el cambio climático”, están propiciando cambios significativos en los enfoques de gestión de los sectores industriales y productivos. La necesidad de crecimiento económico, el acelerado consumo energético, y un consumismo desmedido de la población están generando impactos negativos al ambiente.

De parte de los sectores industriales, especialmente, del sector energético, los daños son sustanciales. La cultura de hidrocarburos y uso de combustibles fósiles han afectado destructivamente al ambiente. La emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) está afectando severamente al ambiente y en general los ecosistemas naturales y sociales. Una necesaria descarbonización de la economía una transición del modelo energético se está planteando a nivel global para poder alcanzar el objetivo de disminución de emisiones de GEI. Las advertencias sobre el pico del petróleo y la cada vez mayor tendencia hacia el uso de energías renovables, plantean *la necesidad de considerar un nuevo modelo energético, sustentable y ambientalmente inteligente*.

Ante el panorama actual del modelo energético, su cuestionamiento, su progresiva transición a un modelo híbrido, progreso de algunos países del mundo en la adopción de alternativas energéticas, se presenta en este artículo un análisis que desde la perspectiva de sustentabilidad podrían facilitar la transición hacia un nuevo modelo energético sustentable. Para comprender la diversidad y complejidad de caracteres que se consideraron se utilizó *el enfoque interpretativo y como método general, la hermenéutica*; así como las modalidades consecutivas de *exploración-descripción-explicación*, toda vez que se pretendió explorar desde el contexto de la sustentabilidad, qué aspectos son esenciales precisar para incorporar la visión sustentable en el modelo energético actual, y describir los caracteres, variables y elementos que refuerzan sus posibilidades en un nuevo modelo más sustentable. A partir del análisis, el procesamiento, y la sistematización de diversas fuentes de información y la combinación de métodos y técnicas de investigación; se concretó de manera general el comportamiento de la industria petrolera a nivel global, sus proyecciones en el horizonte 2050; y con una visión totalizadora y transdisciplinaria, un proceso de abstracción, integración, y generalización, se formularon algunas estrategias para ir propiciando la transición hacia un nuevo modelo energético.

1. Desarrollo Sustentable. La emergencia de una nueva visión

Desde la perspectiva del crecimiento económico, y tal como se señala en Gabaldón (2006) el desarrollo es visto como un proceso, donde “la sociedad de un país avanza hacia niveles progresivos de satisfacción, a través de un crecimiento sostenido y permanente; así como con una constante transformación de sus estructuras: producción, ocupación, cuantía y composición de los recursos y las técnicas utilizadas” (p.48), además de cambios en las características demográficas.

Tradicionalmente el desarrollo ha sido el eje sobre el cual se han formulado políticas y estrategias sociales y económicas que han buscado el crecimiento y desarrollo de los países occidentales; ha sido orientador del discurso político de los pueblos y en esa misma medida, ha servido como fundamento de las teorías que intentan explicar su objeto; en este sentido y tal como lo refieren Gutiérrez, y González (2012) estas teorías han buscado responder: *¿cómo explicar la escasez de capital, el bajo nivel de vida y lento crecimiento de algunos países, comparativamente con otros más desarrollados?; ¿Qué estrategias deben formularse para mejorar esas condiciones e impulsar otras mucho más estructurales que faciliten elevar los índices de crecimiento y bienestar social?, ¿cómo superar la pobreza en los países de menos recursos fomentando el desarrollo?*, entre otros aspectos que buscan la supervivencia de los pueblos y el avance de las sociedades.

La formulación de estas interrogantes parece apuntar a un enfoque en el que el desarrollo solo debe orientarse al crecimiento económico, bajo la premisa de que el avance en el ámbito económico tiene necesariamente efectos positivos en el ámbito social.

Hasta los años setenta, en los fundamentos teóricos del desarrollo el “*ambiente fue reducido a condición de materia prima de los procesos productivos*”, esto es, como sustento del desarrollo mismo, sin que se orientara con unas políticas de “*uso racional*” y “*resguardo*” pensando en la conservación a largo plazo; lo que lo define como “*valor instrumental*”, que solo tiene utilidad en la medida que “*satisface necesidades humanas*” sin que se incluyan otros seres vivos; mostrando la idea de que “*no existen límites naturales al crecimiento económico*”; y a una percepción errónea de que las bondades que la naturaleza otorga a la economía humana y al desarrollo son un don gratuito. Paralelamente al proceso de construcción teórica sobre el desarrollo, se manifestaban de parte de distintos sectores sociales la preocupación por la destrucción de la naturaleza y la degradación del ambiente; esto fundamentalmente, como consecuencia del conflicto bélico, y procesos de industrialización que ya había comenzado a cobrar grandes dimensiones. Por otro lado, la crisis del petróleo de los años 70 evidenció que la naturaleza podía tener limitaciones desde un contexto político; comienzan a surgir los grupos y corrientes ecologistas que expresaban inquietud por las crisis del ambiente; estos movimientos verdes cuestionaron los enfoques y prácticas de desarrollo y las formas de operar de los sectores industriales, iniciándose con ello, las primeras discusiones a nivel mundial sobre el desempeño y operaciones de actores económicos y cómo sus sistemas productivos impactaban negativamente al ambiente.

El desarrollo sustentable es visto por varios autores, como una nueva noción que relaciona desarrollo-sustentabilidad desde un enfoque diferente, en el que se contempla lo ecológico, pero abarca más allá de ello, pues considera elementos relativos a “*la subsistencia del hombre en sociedad, su vida misma, su bienestar y el de todas las otras especies con las cuales conforma la comunidad biótica del planeta*” (Gabaldón, 2006). Según Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (1987), el desarrollo sustentable se define como: “un curso de progreso humano capaz de satisfacer las necesidades y aspiraciones de la generación presente, sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades” (p.75), también refiere que no se trata de alcanzar una etapa de “*armonía permanente*”, sino más bien obedece a una etapa de cambios en la que la utilización de la naturaleza, el ambiente, las orientaciones de las inversiones, los procesos tecnológicos y la estructuración de las organizaciones, pactan necesidades, “tanto presentes como futuras de las sociedades”.

La sustentabilidad ha venido introduciendo nuevos criterios para calificar el desempeño y las prácticas vigentes de las instituciones –especialmente de los actores económicos e industriales- en las actuales sociedades modernas; como se cita en Matteo (2014): “la idea de sustentabilidad perfila una nueva visión, una nueva comprensión, una nueva cosmología, urgente y necesaria; especialmente para afrontar los grandes desafíos de la realidad actual, y las exigencias para un desarrollo más humano” (p.325). En este contexto, establecer un enfoque de desarrollo sustentable, plantea la necesidad de adoptar un cambio de paradigmas, una transformación cultural que vaya desde el individuo hasta la colectividad, y hacia el conjunto de la sociedad. Para Matteo, la degradación ambiental, los desastres naturales, y la influencia éstos en la supervivencia de algunos sectores sociales, están propiciando la cada vez más atención de la temática ambiental y la necesaria adopción de un enfoque de sustentabilidad en la organización de las sociedades.

Las dimensiones culturales en las que están anclados valores, creencias, hábitos de consumo y comportamientos respecto a la satisfacción de necesidades humanas, la generación de ingresos, la economía, los conceptos de pobreza y riqueza, que ha venido sosteniendo el tradicional enfoque de desarrollo y la idea de progreso, han de ser modificadas, si se quiere avanzar hacia la sustentabilidad. Como se cita en Matteo (2014) “el reto de la sustentabilidad requiere cambios mayores en la estructura

de la sociedad para asegurar la supervivencia de la civilización humana moderna” (p. 327). Cambiar las estructuras sociales es una labor compleja, pues en la organización social actual hay grandes inversiones económicas que son difíciles de desmotar y se constituyen como grandes dificultades a superar; no obstante, estos cambios hay que realizarlos perentoriamente para evitar el progresivo debilitamiento del sistema social a nivel global.

Desde la perspectiva de Matteo (2014), afrontar los conflictos socio-ecológicos, plantea tener presente que existen diversos actores sociales, con variadas racionalidades en juego que en el conjunto de relaciones y acciones –en ocasiones irracionales-, podrían ser factores de conflictividad social. La lucha por la sobrevivencia, la renta que genera explotar la naturaleza, los medios de propiedad, participación y adquisición, la inestabilidad ecosistémica, las turbulencias de los mercados y otros riesgos asociados, favorece una disputa del poder, y decisiones que provocan desarmonías y conflictividad social; por lo tanto, *se hace necesario iniciar un proceso de cambio, que sugiere comprender necesidades y requerimientos de los actores involucrados*: sus razones, comportamientos, motivación, sus relaciones, sus dificultades, entre otros aspectos que permitan diferenciar y precisar sus roles, y bajo un enfoque de participación activa, se puedan plantear soluciones para un cambio que favorezca una sociedad más humana.

La humanidad enfrenta uno de los retos de mayor significación de este siglo, y es el fenómeno del cambio climático y la implicación hacia una economía descarbonizada que se sustente en las “energías renovables”. La cultura de los hidrocarburos y uso de combustibles fósiles han sido los mayores depredadores del ambiente, con las consecuencias -tanto positivas como negativas- que sobre las poblaciones y estilos de vida han ocasionado. El actual modelo energético se define por el crecimiento del consumo de energía y recursos finitos, fundamentalmente del consumo de combustibles fósiles. Ha sido evidente que el modelo energético global no muestra sustentabilidad desde ninguna de sus perspectivas: *económica, ambiental y social*. Para la Organización Energía y Sociedad, en su Manual de Energía (2019), este modelo actual “es insostenible”, en este contexto considera que:

- Desde la *perspectiva económica*, en una economía que basa su consumo en combustibles fósiles finitos (gas, carbón y petróleo) compromete su “competitividad” ante la tendencia que seguirá los precios de las materias primas energéticas; precios que podrán verse impactados por la adopción de estrategias ambientales que persigan la disminución de GEI –se plantea como medidas limitar el incremento de la temperatura a 2° C-. Esto, sin dejar de considerar las repercusiones que tiene para economías que dependen casi exclusivamente del exterior para satisfacer necesidades energéticas.
- Desde una *perspectiva ambiental*, el progresivo consumo energético envuelve un aumento de las emisiones de (GEI) mayor al requerido para limitar el incremento de la temperatura global a 2° C. En este sentido, a nivel internacional se ha planteado como apremiante disminuir las emisiones globales en al menos un 50% en 2050 frente a niveles mostrados en 1990 para evitar temperaturas superiores a esos 2°C.
- Desde la *perspectiva social*, el actual modelo energético no contempla otras formas de energía (como, por ejemplo, la electricidad) a unos 2.000 millones de personas aproximadamente, con las consecuencias negativas en términos de desarrollo humano y crecimiento económico futuro.

El escenario económico actual, está propiciando cambios en los estilos de vida y los patrones de consumo, puesto que la inquietud sobre los problemas ambientales se ha venido incorporando como elemento a contemplar en la producción industrial, con sus posibles efectos ocultos en las prácticas de consumo. Para Gutiérrez, y González (2012), este fenómeno que aún no recibe la debida atención

sociológica. De este modo, los enfoques sobre *el crecimiento económico, la protección del ambiente, y la equidad social, se encuentran aún disociados de una estabilidad que los constituya, propiciándose cada vez más su discusión y replanteamiento*. El desarrollo sustentable se constituye un nuevo paradigma que en un proceso de gestión política y formulación teórica dirige líneas de acción a gobiernos, poblaciones, organizaciones empresariales y civiles; para promover, principios éticos, prácticas responsables y nuevas instituciones orientadas hacia un mismo fin: la sustentabilidad.

2. La industria petrolera, comportamiento y su impacto ambiental

El desarrollo y avance de la humanidad, y el crecimiento económico global en los últimos tres siglos, han sido posible por el significativo aumento de la energía y uso masivo de los combustibles fósiles. Para la Agencia Internacional de la Energía -*International Energy Agency (IEA)*- (2019), “el 81% de la energía en la actualidad que se usa a nivel global se constituye de combustibles fósiles, y los derivados del petróleo proveen el 95% de la energía usada para el transporte” (p.10).

Petróleo, gas natural, carbón, naturalmente se han gestado mediante procesos biogeoquímicos complejos, perfeccionados sobre medios especiales durante millones de años. Según lo refiere Ferrari (2013), “hemos quemado casi la mitad del petróleo que se ha formado en millones de años, en poco más de 150 años, y hemos transferido enormes cantidades de carbono de la corteza terrestre a la atmósfera que están contribuyendo a modificar el clima” (p.5).

La cultura de hidrocarburos, que se originó con base en la explotación de los combustibles fósiles, y los métodos para su transformación ha constituido históricamente, un elemento básico del grado de desarrollo de los países. Si bien esto permitió una evolución en el desarrollo productivo en la historia de la humanidad, también ha producido altos impactos negativos sobre el ambiente. El uso de hidrocarburos ha sustituido “los ciclos de nutrientes del clima y las interacciones planta-planta con energía de combustibles fósiles, irrigación, pesticidas hechos por el hombre y monocultivos especializados de cultivos genéticos híbridos” (Bustillo y Martínez, 2008). No obstante, esto ha sido necesario para aumentar la oferta alimentaria, los hidrocarburos han favorecido también, altos niveles de contaminación ambiental; este tipo de combustibles produce emisiones de: dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases, que han potenciado el “efecto invernadero, lluvia ácida, contaminación del aire, suelo y agua”; esto no sólo se vincula con la combustión propiamente dicha, sino también con derrames de petróleo (transporte), y subproductos que originan (hidrocarburos y derivados tóxicos), escenario que se empeora por la demanda cada vez mayor de energía, bienes y servicios, como consecuencia del incremento de la población mundial y sus patrones de consumo.

Ya en 1972 el Massachusetts Institute of Technology (MIT) encomendado por el llamado Club de Roma -conformado por personalidades del ámbito político y académico- a realizar una investigación sobre las dificultades que podía tener la sociedad mundial en el futuro, advirtió en un informe denominado: “Los límites del crecimiento(1972)”, que, en un planeta con “recursos finitos, el crecimiento exponencial de la población y del producto per cápita no son sostenibles” (p.21), pues hay límites al crecimiento que son impuestos por los recursos naturales no renovables, y la capacidad de carga ecosistémica no absorbe en la misma medida el impacto de las acciones humanas. Según el estudio del MIT el máximo de crecimiento sucedería en las dos primeras décadas del siglo XXI, predicciones que tuvieron fuertes críticas por los economistas quienes pensaban que “una mayor eficiencia, nuevas tecnologías, así como la mano invisible del mercado”, podría encarar los problemas de la sociedad y seguir hacia un futuro más próspero; pero la evidencia después de casi cincuenta años, ha demostrado que estamos en ese límite, y que la capacidad de carga de los ecosistemas, su

resiliencia¹, no demuestran equilibrio. En este sentido, tal como se refiere en Ferrar (2013) “después de la gran recesión de 2008, la economía global sigue en un estancamiento general con alta tasas de desempleo, deudas gigantescas y altos precios de todos los commodities”, lo que permite reflexionar que se ha alcanzado el final del crecimiento.

Sucesos como el calentamiento global por causas antropogénicas; la fuerte desertización y deforestación, la pérdida de biodiversidad, entre otras; son evidencias del consumo de la naturaleza y la forma como se ha generado la riqueza, que han sido perfectamente medibles en lo que se conoce como “*la huella ecológica*”, que se puede definir como “un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos” (Global Footprint Network, s.f.). Según el informe Global del Clima 2015-2019, de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en 2019 la temperatura global tuvo récords alarmantes; la tasa de aumento del CO₂ fue casi un 20 %, y “la temperatura promedio global ha aumentado en 1,1 °C desde la era preindustrial y en 0,2 °C con respecto al período 2011-2015” (p.2); asimismo, y según la activista Sueca, Greta Thunbergun – en entrevista con Koop (2020)- “hay un aumento en las especies en peligro de extinción, mayores eventos climáticos extremos y pérdida de oxígeno en los océanos, entre otras problemáticas medio ambientales” (párr..2).

En el contexto de la industria petrolera global, las fases de exploración y producción, son las que más generan impactos al ambiente, Según lo plantea Silva (s.f), depende de factores como: “la etapa del proceso, el tamaño y complejidad del proyecto, el entorno natural en donde se pretende desarrollar, y de la efectividad en la planeación de actividades de mitigación y control de la contaminación que pudiera presentarse en cualquier etapa del proyecto” (p.2). Dentro de los diversos impactos que origina la actividad petrolera, se encuentran: “*impactos sobre el agua*” (por los desechos llamados cortes de perforación y usos de lubricantes que se filtran al subsuelo y aguas), *impactos sobre el aire* (contaminación de la atmósfera por la emisiones producto de la quema de gas, evaporación del petróleo durante la transferencia y carga, y la combustión de combustible; el exceso en emisiones que contienen cloro y bromo provocan roturas de la capa de ozono), “*impacto sobre el suelo*” (producto de los derrames de petróleo o disposición de residuos tratados inadecuadamente, así como la apertura de los suelos y uso de contaminantes, afectan de manera negativa al suelo y la tierra); y los “*derrames petroleros, conocidos como marea negra*”, que son una de las fuentes contaminantes más comunes en las operaciones petroleras, especialmente, en mares y lagos, causando contaminación de las aguas, pérdida de biodiversidad, flora, fauna, y generando consecuencias en la industria pesquera turística, y en general, en la actividad económica y humana de la zona del evento.

El cambio climático es el impacto ambiental de mayor importancia que de afrontar la industria petrolera, las emisiones de gases que comúnmente emiten a la atmósfera producto de sus actividades son dióxido de carbono, componentes orgánicos volátiles, metano, óxido de nitrógeno y dióxido de sulfuro, además de los GEI. De acuerdo con la Asociación Internacional de Productores de Gas y Petróleo (OGP) (2009): “las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en el 2009 del sector, corresponden al uso de energía que contribuyó en un 48%, la quema de combustible con 40%, descargas o liberación de gases con el 9% y las fugas el 3%” (p.5)

¹ Un sistema que posee resiliencia es aquel que, cuando se ve sujeto a una alteración, sigue existiendo y funcionando esencialmente de la misma manera. El funcionamiento de los ecosistemas es lo que permite la prestación de muchos de los servicios que el medio ambiente le brinda a la economía

Ante esta situación, los gobiernos de los Estados vienen participando en la adscripción a los distintos acuerdos globales y consensos políticos que se iniciaron en 1992 con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, y la creación de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, vigente hasta 1997; pues al evaluar las debilidades de este instrumento para lograr disminuir las emisiones de GEI, las partes de la Convención firmaron en 1997 en Japón, el Protocolo de Kioto en el que se formularon nuevas orientaciones y estrategias más contundentes, logrando comprometer a 38 países más desarrollados del mundo a disminuir emisiones de GEI en un 5.2% en promedio, e inferiores a niveles mostrados en 1990 entre los años 2008 y 2012. Por más esfuerzos que se vienen realizando, la aplicación del Protocolo de Kioto no ha conseguido intervenir en el incremento de emisiones de GEI en la atmósfera. La Organización Mundial de la Meteorología (OMM) en su último informe recalca que en 2014 la cantidad de GEI alcanzó 397.7 partes por millón (ppm), una cifra récord; asimismo destaca, que las concentraciones de CO₂ en el hemisferio norte excedieron el valor emblemático de 400 ppm en marzo de 2014. En 2015, comparativamente, en el mismo período “la concentración atmosférica media mundial de CO₂ también rompió la barrera de 400 ppm”.

Ante las alarmantes cifras registrada sobre emisiones de GEI, y con el propósito de alcanzar un nuevo “acuerdo internacional” con mayores ambiciones que reemplazara al Protocolo de Kioto, se celebró en Francia (París), en diciembre de 2015, la 21ª Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP21), en la que el principal reto que se estableció fue firmar un nuevo acuerdo vinculante para 195 países integrantes de la “Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)” que se orientara a al menos “mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales”, y que además tuviera vigencia en el período 2020-2050; y donde se discutieran objetivos y metas cada cinco años para evaluar su aplicación. En este contexto, la Unión Europea (UE), es quien más avanza para lograr el objetivo de disminuir emisiones en un 40% para 2030, además realiza grandes esfuerzos por lograr un “acuerdo global sobre el clima”.

Durante el 24º período de sesiones del COP celebrado en diciembre 2019 en Polonia, se acordó el grueso de los lineamientos para aplicar el Acuerdo de París, con excepción de su artículo 6. El artículo 6 deberá proporcionar pautas sobre el funcionamiento de los mercados climáticos internacionales; dado que es un componente esencial del conjunto de instrumentos económicos mundiales para enfrentar el cambio climático, y las Partes podrán cooperar voluntariamente a reducir sus emisiones.

Uno de los sectores que puede experimentar mayor *afectación como consecuencia de la aplicación de políticas y acuerdos internacionales sobre control del cambio climático es El sector Oil & Gas*, pues a los avances para reducir emisiones de GEI vinculadas a sus operaciones, se unen los efectos que para la propia actividad pueden generar las medidas a establecer en el resto de los sectores en los que participa. Aunque no se indique de forma explícita en el Acuerdo de París, se incita a incluir la “descarbonización de la economía” o el reemplazo de combustibles fósiles por energías renovables. Algunos analistas (AIE, 2019; OGP) han referido que estos acuerdos, pueden generar impactos de significación en los mercados, primordialmente en lo relativo a los precios de productos (especialmente los que son derivados del petróleo, petróleo crudo y gas natural). Asimismo, señalan que la tendencia en las políticas sobre el cambio climático, apuntan a generar impactos financieros para las empresas del sector petrolero, por ejemplo, nuevos “impuestos de carbono” o “impuestos verdes”, entre otros.

El perfeccionamiento de “formas alternativas de abastecimiento energético” recién está surgiendo y es evidente que no hay fuente de energía limpia con el potencial de satisfacer la creciente demanda de combustibles fósiles (Arroyo, 2011); mucho menos sin una transición gradual facilitada por la

tecnología. Lejos de favorecer esta transición y cambio, las empresas petroleras promueven una fase final a nivel global de exploración, que incluye yacimientos antes desestimados y la explotación de petróleo no convencional a través del proceso de fracturación hidráulica o fracking².

Para Ferrari (2017), es una realidad las predicciones de la “llegada del pico del petróleo”; el hecho de estar ya, en una fase de “explotación de los recursos no convencionales”, afirma con vehemencia que “el petróleo de mejor calidad, más fácil de extraer y más barato se está acabando”, y el petróleo nuevo que se extrae, es cada vez más costoso. Los elevados costos de producción de este tipo de petróleo, han contribuido a que los precios del crudo se mantuvieran estables cerca de los tres años (noviembre 2010- septiembre 2014) superiores a 100 dólares por barril. El lapso de tiempo más largo de la historia, aun deduciendo los índices de inflación en ese período, lo que propició que se redujera la demanda de petróleo de las economías más desarrolladas, todas ellas, compradoras netas, y en las que su actividad económica quedara paralizada o en recesión. Los bajos niveles de la demanda conjuntamente con la sobreproducción de petróleo de lutas en EE.UU., repercutieron en una disminución importante de los precios del crudo luego del segundo semestre de 2014, y en el inicio de 2015, alcanzó un 50% menos de los precios del año anterior. El descenso del precio del petróleo en 2015 ha impactado negativamente a la industria petrolera. El sector petrolero y de Gas no convencional de EE.UU, ha sido el más afectado, incluido el petróleo de aguas profundas del Mar del Norte, el cual no es rentable desde que comenzara el descenso de los precios, además de los recortes de gastos de exploración que las empresas petroleras estaban realizando.

Dada la baja producción de los pozos petroleros, y su rápida caída, se requiere la perforación de miles de pozos por año. Los costos de producción son altamente elevados y varían de entre 60 y 110 dólares por barriles (Ferrari, 2017). Además, esta explotación genera severos cuestionamientos ambientales, debido a los componentes que se requieren para fracturar la roca y liberar el gas. Muchos de los elementos químicos que se utilizan son catalogados como un “secreto comercial”, por lo que se desconoce su nivel de toxicidad y riesgos asociados a derrames y filtraciones que pudiesen suceder. En este contexto, y según lo presenta Arroyo (2011) “la producción petrolera está alcanzando su pico y se estima que se han agotado ya cerca del 50% de las reservas mundiales” (párr.5). Paralelamente, el aumento del consumo se acelera a una tasa anual del 2%. Aun y cuando no se tiene precisión del total de reservas petrolíferas del planeta, el hallazgo de nuevos yacimientos disminuye cada año. Para inicios de 2011, Wikileaks reveló que “los saudíes (principales exportadores de petróleo del mundo) sobreestimaron sus reservas de crudo en un 40%, lo que cambia de forma significativa el panorama del abastecimiento energético mundial a futuro”.

De acuerdo información estadística de la Central de Inteligencia de Estados Unidos (CIA), y tal como se hace referencia en BBC News Mundo (2019), “Venezuela es, el país con las mayores reservas de petróleo del mundo. Tiene hasta 309.000 millones de barriles de petróleo”. Le sigue, Arabia Saudita, con 266.005 millones de barriles de reserva de crudo; y en tercer lugar, se encuentra Canadá con provisiones de 169.000 millones de barriles. En América Latina sólo Venezuela, y luego Brasil, tienen una producción anual mucho menor que alcanza los 12.007 millones de barriles.

2 En una tecnología de perforación horizontal que consiste en inyectar agua y productos químicos a alta presión para fracturar la roca que contiene los hidrocarburos no convencionales, que no han migrado a reservorios por lo que para extraerlos es preciso fracturar la roca donde están atrapados. La cantidad de petróleo y gas que se puede recuperar por este medio (cientos de barriles diarios) es muy inferior a la de un yacimiento petrolero convencional porque solamente se pueden inducir fracturas por unas decenas de metros alrededor del pozo.

Los países con amplias reservas petrolíferas, no necesariamente, son capaces de extraer y comercializar todo su petróleo, por ejemplo, Venezuela, dadas las características de su geología es más compleja su extracción; la mayor parte del petróleo, es pesado (o procede de arenas petrolíferas), lo que lo hace más complicado y más caro de extraer, pues requiere de disolventes y otros compuestos para hacerlo circular, teniendo mayores impactos y consecuencias negativas para el ambiente. Por otro lado, para Venezuela, luego de la aplicación de sanciones económicas por parte de los EE.UU desde el año 2018, la comercialización del crudo se ha visto significativamente afectada y las redes de compradores han disminuido considerablemente.

Las restricciones para otros países productores de petróleo son de otro tipo, por ejemplo, para Brasil y Estados Unidos, son las altas tasas impositivas, y los altos costos de extracción que se agregan a los de producción; Según se señala en BBC News Mundo (2019): “extraer un barril de crudo en Brasil tiene un costo de casi cuatro veces más que en Arabia Saudita, por ejemplo, donde la mayor parte de su petróleo es líquido y más fácil de comercializar” (párr.7). Por otro lado, y según cifras del anuario de la OPEP (2019), “El costo de producir un barril de crudo en el reino saudita es de menos de US\$9; y en Venezuela y Brasil, de US\$27,62 y US\$34,99 respectivamente” (p.18).

Para algunos expertos y analistas en materia petrolera, “la disminución de la producción de miles de yacimientos no podrá compensarse con la producción de nuevos pozos”. Esto es lo que se conoce como: “Peak Oil”, o el “pico del petróleo” ó “cénit del petróleo” (cenit-del-petroleo.com/), que no es otra cosa que cada año se producirá un cada vez menos. Una de las razones es fundamentalmente, la geología, y las condiciones de los suelos; pero sobremanera, es la mayor esparción del petróleo restante, a mayores niveles de profundidad y en entornos más hostiles que la otra época, por lo que cuesta cada vez más extraerlo. Por lo que utilizar más energía, realizar un mayor refinamiento, invertir más dinero, realizar mayores actividades de exploración, probablemente generarán los mismos resultados, o quizás peores a los anteriores. Según lo refiere el sitio web cenit-del-petroleo.com/: “de los 48 principales países productores de petróleo, 33 producen menos cada año, y desde los años 70, el volumen anual de yacimientos descubiertos decae rápidamente” (párr.10).

Además de los límites geológicos antes mencionados, se agrega, el crecimiento económico y el demográfico de la población mundial³. Históricamente, la demanda de energía ha sido consecuencia del aumento de la población y el incremento de los ingresos. El escenario entonces, es que por un lado, los combustibles fósiles están en su fase de declive, y por otro, la población y el consumo de energía van en aumento, en concordancia con estudio de la Agencia Internacional de Energía mencionado por Pérez et al. (2021) y, según informe “LXVIII edición de la Revisión Estadística de la Energía Mundial 2019”, de la energética británica British Petroleum (BP) (2019): “*el consumo de energía mundial se incrementó en un 2,9% en el año 2018, obteniendo el equivalente a 13.800 millones de toneladas de crudo*” (p.2), se presenta como el mayor aumento anual en la demanda de energía desde el año 2010, siendo los principales consumidores mundiales de energía China, EEUU y la India. Para la BP (2019), el mayor incremento anual del consumo mundial de energía se produjo en el gas natural, que aumentó un 5,3% durante 2018 comparativamente con el año 2017, resultando unos 3.300 millones de toneladas de crudo.

³ Se estima que el aumento de la población mundial se incremente en 2.000 millones de personas en las próximas 3 décadas, pasando de 7.700 millones actuales a 9.700 millones en 2050, pudiendo llegar a un máximo de cerca de 11.000 millones para 2100. Este aumento se produce en gran medida por el incremento de la cantidad de personas que sobreviven hasta la edad reproductiva, que se acompaña cambios significativos en las tasas de fecundidad, que consecuentemente impactan también en los procesos de urbanización y movimientos migratorios.

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) (2010) la producción de petróleo crudo llegó a su pico máximo en 2006. Las predicciones de la AIE mantienen la tesis de que el pico ya ha sido alcanzado, o bien se está en la cúspide del pico o que ocurrirá dentro de poco; sin embargo, al revisar la producción mundial en 2016, se observa que ascendió a 29,4x10⁹ bbl/año, más del doble que estimó el modelo de Hubbert⁴, y continúa aumentando, tal como lo señalan los reportes de datos de la OPEP, en los que refiere que *en 2018 la producción mundial de petróleo superó el máximo histórico*. Algunos aspectos destacados según la OPEP (2019):

- La producción total a nivel global de petróleo crudo se incrementó drásticamente en el año 2018 en 1.213 millones de barriles/día (mb/d), o 1.6%, comparativamente con el año 2017, alcanzando los 75.78 mb/d, lo que representa un máximo histórico, y mayor crecimiento anual desde 2015.
- La producción de OPEP de petróleo se redujo en 415.000 b/d, o 1.3%, mientras que la producción de crudo de países No OPEP subió en 1.628 mb/d, o 3.8%. En 2018, los tres principales países productores de petróleo crudo fueron Estados Unidos (10.96 mb/d), Rusia (10.53 mb/d) y Arabia Saudita (10.32 mb/d).

No obstante, los aumentos que se han observado en estos últimos años en la producción mundial de petróleo, expertos y conocedores del tema – científicos, inversores, geólogos, políticos, entre otros- *estiman que se aproxima una grave crisis energética mundial en los próximos 10 años, que podría cambiar de forma sustancial el estilo de vida de la humanidad y el futuro de la economía mundial*. No es porque se agote el petróleo –ya que se ha demostrado, las reservas probadas en varios países-, sino que, extraer el petróleo será cada vez una actividad más compleja y su disposición fluirá cada vez más despacio.

Ya para 2010, la Agencia Internacional de Energía (IEA) presentó un informe en el que analiza uno a uno, los yacimientos más grandes del mundo para estudiar su declive. Al respecto presenta que en 580 yacimientos más grandes del mundo que han pasado el pico de producción, el declive es del 6.7% anual; y pronostica una demanda para 2030 de 130 millones de barriles diarios (130 mbd). El informe de la IEA concluye que sólo con cuantiosas inversiones, avances tecnológicos, nuevos descubrimientos, y grandes esfuerzos, es que se podría adicionar el equivalente a 6 veces la actual producción de Arabia Saudí en 20 años.

Si bien se viene observando que los precios del petróleo, están en aumento desde la última mitad de 2017, es durante 2018, cuando el incremento de los precios se aceleró. Efectivamente, en el transcurso de ese año, alcanzó un promedio de USD 72.4 por barril para el BRENT y para el WTI un precio promedio de USD 65.7 por barril, lo que significa un incremento de USD 18.7 por barril y USD 14.5 por barril respectivamente, comparativamente, al mismo periodo del año 2017 (Davivienda Corredores, 2019).

En BBC News Mundo (2019) se señala que en 2018 se consumió más petróleo que ningún otro año; y que de acuerdo con los datos de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el consumo diario a nivel global fue de 98,82 millones de barriles en 2018. La tendencia es que el consumo se ubique hasta los 100,23 millones de barriles por día en lo adelante, según estimaciones de la misma OPEP.

⁴ El **pico Hubbert** –o cénit del petróleo-, que es el máximo consumo de combustibles fósiles. Hubbert en 1956 previó un pico de 12,5 x10⁹ bbl/año alrededor del año 2000. Este concepto es aplicable tanto a la tasa de producción doméstica de una nación determinada como a la tasa de producción petrolera global.

En el Boletín Anual de la OPEP (2019), se señala que, con un promedio de 98.73 m/d en 2018, la demanda mundial de petróleo creció un 1.5% interanual, con los mayores aumentos registrados en la región de Asia y el Pacífico (especialmente en China e India) y América del Norte (como se citó en Díaz 2019, párr. 4-5). La demanda de petróleo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, por sus siglas en inglés (OCDE) creció sólidamente por cuarto año consecutivo en 2018, mientras que la demanda de petróleo en los países miembros de la OPEP disminuyó ligeramente después de aumentar en 2017. Los destilados y la gasolina representaron alrededor del 55% de la demanda mundial de petróleo de 2018 con una tendencia al alza. Los requerimientos de fuel oil residual fueron aproximadamente el 7.2% de la demanda total de petróleo en 2018. Los países miembros de la OPEP exportaron un promedio de 24.67 mb/d de petróleo crudo en 2018, un ligero aumento de alrededor de 14.000 b/d, o 0.1% en comparación con 2017.

Siguiendo la tendencia en años anteriores, la mayor parte del petróleo crudo procede de países miembros de la OPEP, y se exportaron 15.86 mb/d o 64.3% a Asia y zonas del Pacífico. En 2018 también se exportaron a Europa volúmenes considerables de petróleo, aproximadamente 4.58 mb/d, lo que representa una disminución en comparación con los 4.65 mb/d registrados en 2017. Norteamérica importó 2.81 mb/d de petróleo crudo de Países miembros de la OPEP, que fueron de alrededor de 406.000 b/d, o 12.6%, menos que los volúmenes de 2017. Las exportaciones de productos petrolíferos de los países miembros de la OPEP promediaron 4.71 mb/d durante 2018, un aumento de alrededor de 784.000 b/d o 20.0% en comparación con 2017. Las importaciones de productos petrolíferos de los países de la OPEP se ubicaron en 2.62 mb/d en 2018, aproximadamente 593.000 b/d o 29.3%, más que en 2017. (Párr. 4-5)

El «Boletín» calcula el valor total de las exportaciones petroleras del grupo en 648.682 millones de dólares. Esas cifras ratifican la *dramática caída de la industria petrolera venezolana*, al considerar en una media de 1,5 mbd la producción de Venezuela, frente a los 2,8 mbd de 2010. (www.elnacional.com/mundo/ párr. 11-12)

Con respecto a los precios del petróleo para 2019, el promedio anual se ubicó en \$ 64,05, siendo el mes de abril donde se registró el precio más alto de \$70,73 por barril. Un aumento en los últimos doce meses del precio del barril de petróleo OPEP de 16,75%, según se refleja en la tabla 1 “Precios del petróleo OPEP 2019, (como se citó en datosmacro.expansion.com, diciembre, 2019).

Tabla 1.

Precios del Petróleo OPEP 2019

Fecha	Precio \$	Precio €	Fecha	Precio \$	Precio €
Diciembre 2019	66,48\$	59,82€	Junio 2019	62,92\$	55,72€
Noviembre 2019	62,94\$	56,95€	Mayo 2019	69,97\$	62,56€
Octubre 2019	59,87\$	54,17€	Abril 2019	70,73\$	62,94€
Septiembre 2019	62,36\$	56,67€	Marzo 2019	66,37\$	58,72€
Agosto 2019	59,69\$	53,65€	Febrero 2019	63,82\$	56,22€
Julio 2019	64,71\$	57,68€	Enero 2019	58,74\$	51,45€

Fuente: <https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/opec?anio=2019>

En el caso particular de Venezuela, la producción petrolera en 2019 cerró en descenso, a pesar que estudios previos, advertían una ligera recuperación finalizando el período. El informe de la OPEP, reflejó que la extracción en diciembre de 2019 se ubicó en 714.000 barriles por día, una baja de 3.000

b/d. Por otro lado, el “crudo Merey de 16 grados API” que es la referencia venezolana en la cesta OPEP cerró en un precio promedio de 49,94 dólares por barril, un aumento de 6,5 dólares por barril o 14,96%. Al finalizar el año, el promedio del precio de ese petróleo fue de 54,04 dólares por barril, un desplome de 16,18% comparativamente, con la valoración de cierre en 2018. Las cifras resultantes significan para Venezuela, una contracción de 47,26% de la producción petrolera en comparación al cierre de 2018. *Esto sin dejar de considerar el impacto ambiental que ha venido generando el desarrollo de la propia actividad.*

Según Vitalis (2020), la actividad petrolera produce alteraciones graves al ambiente a través de los efluentes generados en las instalaciones de producción, almacenamiento, procesamiento y refinación, por los residuos y desechos sólidos, emisiones atmosféricas, entre otros. En el mismo sentido, afirma que la empresa estatal PDVSA “fue responsable de 46.820 derrames de crudo y otras sustancias contaminantes al ambiente, con un total de 856.722 barriles de crudo derramados en los últimos 6 años” (p.18); que han puesto en riesgo especies endémicas, perturbado el equilibrio ecológico, y han impactado en la vida de un gran número de ciudadanos.

3. Proyecciones sobre el consumo de petróleo y el mix energético mundial. Horizonte 2050.

Las fuentes de energía han sido las fuerzas impulsoras de las distintas revoluciones industriales que han tenido lugar en el mundo. Cada una de ellas, ha llevado apareada, de una parte, transformaciones y diversificaciones del mix energético, y de otra, el surgimiento de nuevas fuentes de energía que han otorgado una identidad de cada una de estas revoluciones.

Según lo refiere Mártil (2018), han sido tres las grandes revoluciones industriales; la Primera ocurrida desde finales del siglo XVIII y a lo largo del XIX, se caracterizó por el uso del *carbón* que facilitó la utilización de la máquina de vapor. La Segunda, que transcurrió en la primera mitad del siglo XX, se caracterizó por el uso del *petróleo* para alimentar los motores de combustión interna; y la Tercera, ocurrida a finales del siglo XX y vigente hasta la actualidad, que ha acrecentado la electrónica y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, las cuales están sostenidas además del petróleo, por el gas y de forma aún incipiente por las energías renovables.

Para Mártil, esta tercera revolución, estaría impulsada por “la energía nuclear”, no obstante, debido a altos costos de instalación y mantenimiento de centrales que usan el uranio como combustible, unido a los graves accidentes de Three Mile Island en 1979, Chernobyl en 1986 y Fukushima en 2011, se ha postergado el uso de energía a un rol secundario, en los países que inicialmente se inclinaban a ella. De allí que, que el mix energético no haya tenido cambios significativos desde los años 1970-1980.

Las energías renovables como la eólica y la solar, han sido incorporadas al mix energético global progresivamente desde los años 80 del siglo pasado; adicionándose también la energía hidráulica, que viene figurando desde inicios del siglo XX (Mártil, 2018). Estas fuentes de energía renovables, están siendo consideradas a cumplir un rol clave en la diversificación del mix energético, y se estima puedan favorecer la transición hacia un modelo energético más sostenible.

Para algunos expertos en materia energética, la conjunción entre el declive de los combustibles fósiles y el aumento de la demanda de energía, debido al incremento de la población y las exigencias que precisan un mayor nivel de vida de una parte muy significativa de ésta, está propiciando un *escenario turbulento que invita a reflexionar sobre la necesidad de redimensionar el actual modelo energético imperante en el mundo*. Lo que se ha denominado como “el pico Hubbert” —o cénit del petróleo—, que

es el máximo consumo de combustibles fósiles se estimaba alcanzar entre los años 2000-2020; estimación que muestra un acierto a nivel de la tasa máxima de extracción global de petróleo y luego de la cual, la tasa de producción entra en un bajada terminal⁵. El modelo teórico de Hubbert (1956) preveía un pico de unos 12,5 x109 bbl/año alrededor del año 2000.

La Agencia Internacional de Energía, en su reciente informe sobre Perspectiva Energética mundial 2019 (World Energy Outlook 2019), muestra que *la demanda en los sistemas energéticos mundiales aumenta un 1.3% al año hasta 2040 si los países no plantean cambios en sus políticas y estrategias actuales*; si bien esta cifra está por debajo del notable 2.3% de crecimiento visto en 2018, resultaría una tendencia al alza en las emisiones relativas al uso de la energía, así como de tensiones crecientes en los mercados y en la mayoría de los aspectos relacionados con la seguridad energética. Para la IEA (2019) el incremento fundamental de la demanda de productos derivados del petróleo, procede de la gasolina y el diésel, pero también ha tenido representación significativa el etano, el gas licuado de petróleo (GLP) y la nafta, pues el uso del petróleo como materia prima petroquímica sigue en importante crecimiento.

En términos de suministro, el informe presenta algunas consideraciones del mercado petrolero que tienen que ver con dificultades económicos, políticos y de seguridad, es el caso del abastecimiento de Venezuela, Libia e Irán; mientras que los ataques petroleros y de infraestructura de procesamiento en el Medio Oriente han aumentado la conciencia sobre los riesgos para el suministro de petróleo de la región, incluso a través de algunos puntos clave de estrangulamiento en el comercio internacional. En este contexto, y a pesar de estos eventos, los precios se mantuvieron relativamente bajos. La mayor producción de EE.UU., reduce la participación de los países de la OPEP y Rusia en el total de producción de petróleo. Esta participación según las proyecciones, baja al 47% en 2030, desde el 55% en la mitad de la década de 2000, lo que plantea enfrentar una fuerte incertidumbre para gestionar las condiciones del mercado petrolero. Asimismo, para varios de los productores mundiales de petróleo, se perfilan ciertas presiones en la obtención de ingresos por hidrocarburos, y grandes esfuerzos para diversificar sus economías.

Dos escenarios plantean la IEA (2019), uno relacionado con “*Políticas Declaradas*” y otro haciendo énfasis en el “*Desarrollo Sustentable*”. En el primero, pronostica un crecimiento de la demanda sostenido hasta 2025, que luego se ralentiza, esta demanda alcanza 106 mb/d en 2040. En el Escenario de sustentabilidad, el alcance, la escala, y la velocidad sin precedentes de las nuevas orientaciones en el panorama energético muestran una imagen muy diferente: la demanda alcanza rápidamente, su punto máximo y cae a menos de 67 mb/d en 2040.

En el escenario de políticas establecidas o declaradas, el 80% del comercio internacional de petróleo termina en 2040, impulsado en gran parte por una duplicidad de los requerimientos de importación de India. Cualquiera que sea el enfoque que siga el modelo energético, el planeta depende aún en gran medida, del suministro de petróleo del Medio Oriente, esta es la región de mayor provisión y suministro neto de petróleo en los mercados del mundo, así como un importante exportador de GNL (IEA, 2019) En este escenario, la demanda de energía se incrementa en un 1% al año hasta 2040. Este crecimiento lo suplen las fuentes bajas en carbono, cuya representación es la “energía solar fotovoltaica”, en más de la mitad del suministro; y un tercio del suministro lo representa el “gas natural”. *La demanda de*

⁵ El concepto se basa en las tasas de producción observadas en pozos petroleros individuales y en la tasa de producción combinada de un sistema de pozos petroleros relacionados. Se ha demostrado que es aplicable tanto a la tasa de producción doméstica de una nación determinada como a la tasa de producción petrolera global.

petróleo se allana en el decenio de 2030 y disminuye el uso del carbón en el mismo período. Uno de los componentes del sector energético, liderado por la electricidad, experimenta rápidas transformaciones. Para países que tienen aspiraciones de "cero neto", pueden redefinir todos los aspectos relacionados con su oferta y consumo. El repunte de las mejoras en cuanto a la eficiencia energética, es el enfoque que más orienta a que las economías alcancen el Escenario de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, esas mejoras en la eficiencia energética, se están desacelerando: la tasa del 1.2% en 2018 es alrededor de la mitad del promedio visto desde 2010 y se mantiene muy por debajo de la tasa del 3% que sería necesaria. El aumento de las emisiones se hace más lento, sin un pico antes de 2040, el mundo está muy por debajo de los objetivos de sostenibilidad compartidos.

De acuerdo con las previsiones de la IEA la demanda mundial de energía primaria seguirá creciendo en este escenario en aproximadamente, 30% hasta el año 2040, conservándose significativamente, los combustibles fósiles en el consumo total; de manera tal que *carbón, gas natural y petróleo representarán para 2040, el 80% del consumo de energía.*

En el estudio presentado por la IEA en septiembre de 2019, sobre los mercados mundiales de energía a largo plazo en dieciséis regiones hasta 2050, hace referencia que *“el sector industrial es el mayor consumidor de energía”, y constituye más del 50% del consumo mundial de energía* de uso final durante todo el período de proyección. El sector industrial, incluye refinación, minería, manufactura, agricultura y construcción. *El uso mundial de energía del sector industrial se incrementa en más del 30% de 2018 a 2050*, llegando a cerca de 315 billones de unidades térmicas británicas (Btu) en 2050. La producción bruta, una medida de las ventas totales en todos los sectores, se duplicó con creces durante el período de proyección de 2018 a 2050, y aproximadamente la mitad de este crecimiento está relacionado con la actividad industrial. El crecimiento restante proviene del sector de servicios y refleja actividades no industriales. La mayor parte del aumento en el uso de energía del sector industrial ocurre en países no pertenecientes a la OCDE. El uso de energía del sector industrial en países no miembros de la OCDE crece más de 1.0% por año en el escenario de políticas establecidas en comparación con un aumento de 0.5% por año en países de la OCDE.

Los combustibles de uso final incluyen los combustibles consumidos en los sectores industriales, de transporte y de edificios, y excluyen los combustibles usados para la generación de energía eléctrica. Los combustibles líquidos, debido a la densidad energética, el costo y las propiedades químicas, continúan siendo el combustible de transporte predominante y una importante materia prima industrial. El uso de electricidad en los sectores de la construcción residencial y comercial aumenta rápidamente debido al incremento de los ingresos, el aumento de la población y el mayor acceso a la electricidad en países que no son miembros de la OCDE. El uso de electricidad en el sector industrial y en el de transporte también crece, respectivamente, como consecuencia un incremento en la demanda y consumo de productos, y también por un aumento en el uso de vehículos eléctricos.

El carbón continúa siendo un importante combustible de uso final en procesos industriales, incluida la producción de cemento y acero.

Según las proyecciones de IEA, *el consumo mundial de petróleo y otros combustibles líquidos aumenta más del 20% en este escenario, impulsado por la demanda no perteneciente a la OCDE en los sectores industrial y de transporte.* La demanda mundial de combustibles líquidos aumenta más del 20% entre 2018 y 2050, con un consumo total que alcanza más de 240 billones de unidades térmicas británicas (Btu) en 2050. La demanda en los países OCDE permanece relativamente estable durante el período de proyección, y la demanda no OCDE aumenta en aproximadamente un 45%. *La gasolina para motores, el diesel y el combustible para aviones, como productos derivados del petróleo, se consumen*

cada vez más en el sector del transporte. Otros líquidos también se consumen en grandes cantidades, incluidos los líquidos de plantas de gas natural (NGPL) como materia prima industrial. Los países no pertenecientes a la OCDE representan casi todo el crecimiento en el consumo de combustibles líquidos entre 2018 y 2050, ya que las poblaciones en crecimiento y las economías en expansión consumen cada vez más energía. El consumo de combustibles líquidos no pertenecientes a la OCDE aumenta un 45% durante el período de proyección, pasando de 108 billones de Btu en 2018 a 156 billones de Btu en 2050. Asia no perteneciente a la OCDE representa aproximadamente las tres cuartas partes del aumento global en el consumo de combustibles líquidos. India, en particular, experimenta un rápido crecimiento industrial y una mayor demanda de transporte motorizado.

La producción mundial de petróleo crudo aumenta más del 20% liderada por los aumentos de producción en los países de la OPEP. Los miembros de la OPEP y los países que no son miembros de la OPEP producen cantidades crecientes de petróleo crudo, arrendamientos de condensados, líquidos de plantas de gas natural (NGPL) y otros combustibles líquidos desde 2018 hasta 2050, alcanzando 121.5 millones de barriles por día (b/d) en 2050, o aproximadamente un 21% más que los niveles de 2018. Durante el período de proyección, la producción de crudo y condensado de arrendamiento crece en 9,5 millones de b/d entre los miembros de la OPEP y 8 millones de b/d entre los productores que no pertenecen a la OPEP, lo que corresponde a aumentos de aproximadamente el 27% y el 17%, respectivamente. Los países que no pertenecen a la OPEP producen algo más de la mitad de la producción de petróleo crudo durante el período de proyección, lo que representa el 56% de la producción mundial en 2050.

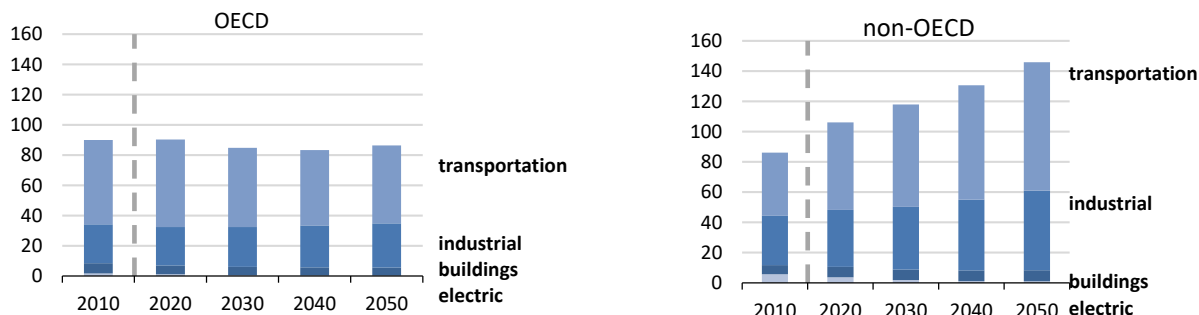
En el escenario de Desarrollo Sostenible de la IEA (2019), de las fuentes de energía que tendrá una mayor representación en el transcurso de los próximos veinte años, es la electricidad, se incrementa tanto en el consumo como en la representación del mix energético. El consumo final y la participación de electricidad para 2040 superan a la del petróleo –actual líder–. Ese aumento en la generación de electricidad lo proporcionan, la energía eólica y solar fotovoltaica.

En la mayoría de las regiones, se proyecta que la producción y el consumo de carbón se mantendrán cerca de los niveles actuales. La producción mundial de carbón tiende a ser estable en alrededor de 8 mil millones de toneladas cortas, o 160 billones de unidades térmicas británicas (Btu) por año hasta 2040. En India es donde más se tendrá el mayor uso de carbón, y países asiáticos que no pertenecen a la OCDE, contribuyen a impulsar el consumo a más de 9 mil millones de toneladas cortas (175 billones de Btu) para 2050

La demanda de combustibles líquidos de la OCDE disminuye lentamente durante el período de proyección; *el crecimiento de la demanda es menor que las reducciones producidas por las mejoras en la eficiencia.* Si bien la demanda de combustibles líquidos en la OCDE en América y la OCDE en Asia se mantiene relativamente sin cambios entre 2018 y 2050, el consumo de combustibles líquidos en la OCDE Europa cae en 4 billones de Btu, o 15% a 24 billones de Btu en 2050. Tal como se puede observar en la figura 1, el consumo de petróleo refinado y otros líquidos, está representado en mayor medida por el sector transporte; *el cual sigue siendo el mayor consumidor de combustibles líquidos*, seguido por el sector industrial, el sector doméstico y el eléctrico, en el escenario de desarrollo sostenible con un crecimiento significativo en países no pertenecientes a la OCDE.

Figura 1

Consumo de petróleo refinado y otros líquidos por sector billones de unidades térmicas británicas



OECD= Países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
Non-OECD= Países no pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
 Fuente: IEA (2019)

Si bien la población y los ingresos continúan aumentando, *se prevé que la intensidad de energía y carbono continúe disminuyendo en este escenario de desarrollo sostenible*. La intensidad energética continúa disminuyendo tanto en los países de la OCDE como en los no pertenecientes a la OCDE debido a las ganancias de eficiencia y los aumentos del producto interno bruto (PIB) generados por los servicios de bajo consumo de energía. La intensidad del carbono continúa disminuyendo en gran medida como resultado del alejamiento de China y otros países del carbón; y un crecimiento mundial en el uso de fuentes de energía que no emiten CO₂, como la eólica y la solar; y mejoras en la eficiencia del proceso.

La principal fuente de consumo de energía para el año 2050, será la energía renovable. El uso de todas las fuentes de energía primaria crece a lo largo de este escenario. Aunque la energía renovable es la forma de energía de más vertiginoso crecimiento en el mundo, los combustibles fósiles continuarán satisfaciendo gran parte de la demanda energética mundial. Impulsado por el crecimiento de la demanda de electricidad y los factores económicos y políticos, *el consumo mundial de energía renovable aumenta en un 3% por año entre 2018 y 2050*. El consumo nuclear aumenta en un 1% por año.

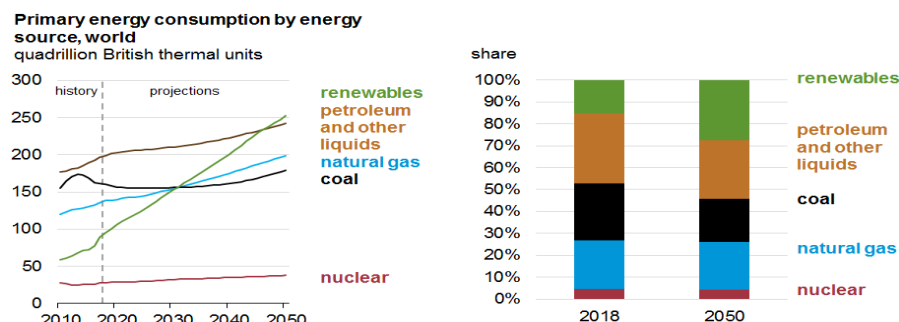
Como parte del consumo de energía primaria, el petróleo y otros líquidos disminuyen del 32% en 2018 al 27% en 2050. En términos absolutos, el consumo de líquidos aumenta en los sectores industrial, comercial y de transporte, y disminuye en los sectores de energía residencial y eléctrica.

El gas natural es el combustible fósil de más rápido crecimiento en el mundo, con un aumento de 1.1% por año, en comparación con el crecimiento de líquidos de 0.6% por año y el crecimiento de carbón de 0.4% por año.

Se prevé que el uso del carbón disminuirá hasta la década de 2030, ya que las regiones reemplazan el carbón con gas natural y las energías renovables en la generación de electricidad como resultado de los costos y los impulsores de políticas. En la década de 2040, el uso del carbón aumenta como resultado del mayor uso industrial y el aumento del uso en la generación de energía eléctrica en Asia no perteneciente a la OCDE, excluyendo China. Se puede observar en la figura 2 el consumo mundial de energía primaria por fuente de energía, en las que las renovables adquiere mayor protagonismo en 2050 en más del 29% de la energía primaria, seguida por el petróleo y otros líquidos aproximadamente en 27%, el carbón ronda un 18%, el gas natural cerca del 25%, y la energía nuclear 1%,

Figura 2

Consumo mundial de energía primaria por fuente de energía. Billones de unidades térmicas británicas



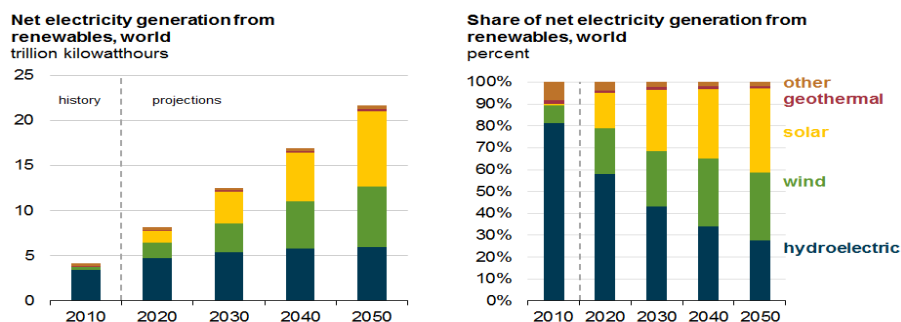
Fuente: IEA (2019)

En el escenario de desarrollo sostenible, *la mayor parte del crecimiento en la generación de electricidad es impulsada por energías renovables y gas natural*. Las energías renovables son la fuente de generación de electricidad de más rápido crecimiento durante el período 2018 a 2050 con un aumento promedio de 3.6% por año, incluida la energía hidroeléctrica. Estarán respaldadas por avances de la tecnología y por incentivos gubernamentales que países otorgarán para fomentar un mayor uso. *Para 2050, China, India, OCDE Europa y Estados Unidos tienen casi el 75% de la generación mundial de energías renovables*. El desarrollo en estas regiones es producto de las políticas de sustitución energética; en el caso de India y China, por el incremento de la demanda de fuentes nuevas de generación. El gas natural crecerá aproximadamente 1.5% por año de 2018 a 2050; la generación de energía nuclear aumenta 1.0% por año; y la generación del carbón se mantendrá estable, no obstante, su contribución en la generación de electricidad disminuye del 35% en 2018 al 22% en 2050 a medida que incrementa la generación total.

Las energías renovables para 2025, superarán al carbón como fuente primaria para la generación de electricidad, y *para 2050, la representación de las energías renovables es casi el 50% de la generación total de electricidad en el mundo*. En la Figura 3 se puede observar la generación y participación neta de electricidad a partir de energías renovables en el mundo, donde la energía geotérmica y la solar tendrán una representación cercana al 50% en el mix energético; y la energía eólica e hidráulica más del 50% de representación a nivel mundial.

Figura 3

Generación y participación neta de electricidad a partir de energías renovables, en el mundo

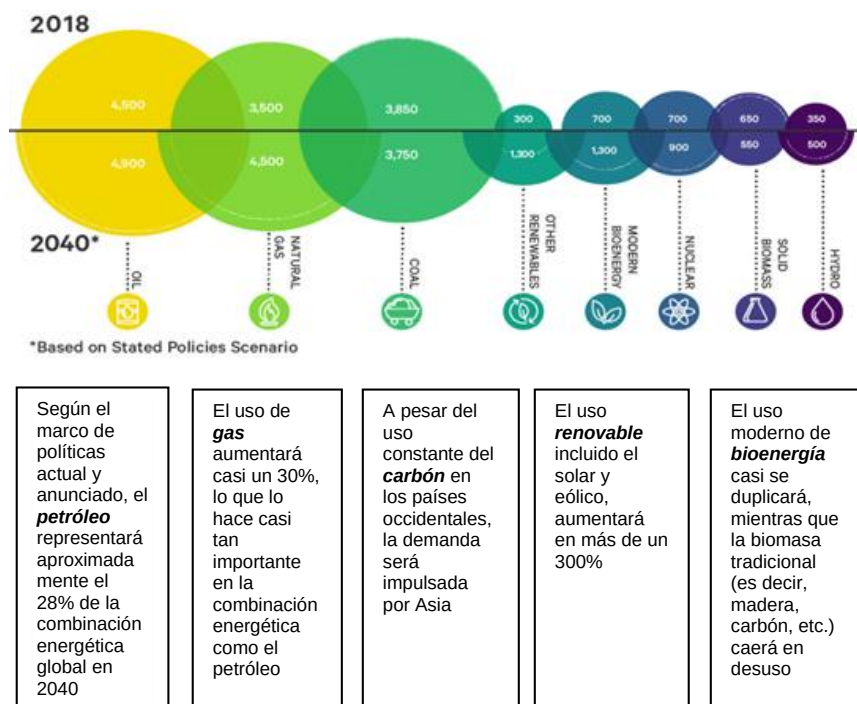


Fuente: IEA (2019)

Otra de las proyecciones y estimaciones encontradas sobre los cambios en el mix energético global es la que presenta Visual Capitalist (2020), y que se puede ver en la Figura 4 sobre la participación neta de electricidad a partir de las energía renovables; el petróleo representará para 2040 el 28% de la combinación energética global; el gas casi un 30%; el carbón disminuye su representación actual y rondará casi en 20% la solar y la eólica aumentará más del 300% del uso; y la bioenergía se duplicará.

Figura 4.

Generación y participación neta de electricidad a partir de energías renovables, en el mundo



Fuente: Traducido de Visual Capitalist (2020).

Tal como se ha mostrado en los análisis anteriores, se *están generando cambios sustantivos en la composición de la oferta y la demanda energética y petrolera mundial*. Según lo refiere Grisanti (2014), el consumo y el suministro de petróleo se está afectando, de una parte por las *demandas sociales que exigen una mayor consciencia verde, una cultura ambiental responsable, y una economía descarbonizada*; y por otra parte, por la representación y protagonismo que vienen adquiriendo las energías renovables en la formulación de políticas y estrategias de algunos sectores importantes de la economía. Grisanti, señala también que se viene observando una decreciente demanda por parte de los países industrializados; una reformulación de la oferta de petróleo crudo, producto de los avances tecnológicos que están haciendo más rentables los procesos de explotación del gas de lutitas, de las arenas petrolíferas, los petróleos extra-pesados, la conversión del carbón, el gas y el petróleo a productos líquidos, la expansión del gas natural licuado, la extracción de líquidos del gas y la exploración y producción petrolera en aguas ultra-profundas.

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA) (2016), el total de la electricidad generada a nivel mundial tiene una representación del 23% de energías renovables. La relación de fuentes limpias en la capacidad eléctrica obtuvo durante 2015, un histórico máximo de crecimiento de 5%,

fundamentalmente, por el despliegue de políticas públicas globales que impulsaron el avance de este tipo de energías, adicionalmente, y, según lo refiere KPMG (2016), si se considera que la población mundial alcanza los 7.300 millones de habitantes y la matriz energética global se sustenta de los combustibles fósiles en un 80%, de allí, que la necesidad de “*cambiar hacia modelos de generación de energía más sustentables se torna evidente*”.

El reconocimiento mundial que está teniendo las ventajas de las energías renovables con relación a la preservación del ambiente y la seguridad energética, son otras de las razones que están propiciando la reconfiguración del mix energético mundial, igualmente que el costo de generación de estas energías; está demostrado que *son más competitivos los precios de las energías renovables*, si bien dependen del comportamiento de los precios del petróleo -Las energías renovables ya muestran una mayor rentabilidad que las provenientes de combustibles fósiles. La Carbon Tracker Initiative realizó un estudio en el que comprobó que “los costos generales de desarrollar un proyecto energético combinando diferentes fuentes de energía (renovables, gas, carbón o petróleo), resultan más económicas, concluyendo que las energías limpias son más rentables que las convencionales. (KPMG, 2016)

Si bien la baja de los precios del carbón y del petróleo han significado menores costos de inversión, este descenso contribuye a que un gran número de países descarten políticas públicas dirigidas al subsidio proyectos petroleros, lo que encarece los costos iniciales y alarga el tiempo de retorno de la inversión para empresas del sector de petróleo y gas (P&G). Según la International Energy Agency (IEA), esto permite comprender que las inversiones destinadas al petróleo y al gas hayan disminuido un 25% en el transcurso de 2015, generando una caída del 8% en las inversiones globales de energía, aunque la demanda energética global se incrementara un 1,9% en el mismo período (KPMG, 2016). En la medida de que la demanda de petróleo aumente, continuarán creciendo las actividades petroleras; y en aquellas economías cuya fuente principal de ingresos es el petróleo, resultará un desafío, considerar su sustitución o minimización. Sin embargo, *la actividad petrolera tiene altas posibilidades de desarrollarse de manera sustentable, buscando reducir los impactos que genera sobre el ambiente, bien sea, con el establecimiento de políticas y estrategias ambientalmente eficientes en las que se contemple la incorporación de nuevas tecnologías e instrumentos de gestión de impactos, o bien, a través de la incorporación de “sistemas de gestión ambiental” que faciliten a las empresas del sector una planificación integral para evaluar el desempeño ambiental durante sus operaciones, lo que a su vez redundará en una disminución de costos y riesgos que ocasionen daños al ambiente*, propiciará mayores ventajas competitivas, y también, menores impactos a los ecosistemas naturales y a las poblaciones humanas.

4. La transición energética: ¿hacia un nuevo modelo energético sustentable?

Tal como se ha mostrado a lo largo de estos planteamientos, los combustibles fósiles han tenido, tienen y tendrán, una presencia significativa en el desarrollo y mantenimiento de las condiciones de vida de las sociedades.

De todos los combustibles fósiles, es el petróleo es el que muestra “una mayor densidad energética”. Excluyendo los combustibles nucleares, “el petróleo es la fuente de energía que produce un mayor rendimiento” (Rankia, 2014. Párr. 3). La dependencia del petróleo en la mayor parte de las actividades: transporte, agricultura, la fabricación de plásticos, la industria química, entre otros sectores, es sustancial, y su uso y demanda, lejos de estar disminuyendo, está aumentando cada vez más.

Como se ha destacado, la producción de petróleo es cada vez más compleja y más costosa, en esta producción, Según lo presenta Rankia (2015), se están presentando conjuntamente, limitaciones

geológicas y económicas que contraen severamente la capacidad de crecimiento de la industria. En estas circunstancias es poco probable que la producción de petróleo pueda ser una actividad sustentable en el tiempo. Por otro lado, y muy importante a destacar, es que la tecnología disponible, las técnicas de recuperación y los elevados costos de extracción, no facilitarán obtener más petróleo como lo estiman algunos economistas, expertos, y sobremanera, los representantes de las empresas petroleras; sino por el contrario, solo acercan petróleo del futuro para que se pueda seguir quemando haciendo que ese futuro, muy cercano, sea aún peor.

Según lo refiere Rankia (2015): cuando las economías presentan una situación de contracción en la producción de petróleo después del pico, tienen que elegir entre dos alternativas: “*Utilizar todo el petróleo disponible*” para aligerar el declive económico; o “*invertir parte del petróleo en energías alternativas*”, agravando así, el efecto que produce el declive. Para Tom Murphy (2011), esta elección es definida como: “*trampa de energía*”.

En la medida que se agota alguna fuente de energía, necesariamente hay que realizar una transición energética hacia otra distinta. Hasta ahora, ninguna fuente de energía de uso generalizado se ha agotado, sin embargo, las que han tenido lugar localmente (deforestación) no han desembocado en alguna transición exitosa. Numerosas han sido las transiciones energéticas que han tenido lugar a lo largo de la historia, y se han dado, mayormente, por razones económicas. El World Economic Forum, -como se cita en Rankia, (2014), - ha referido que, en Estados Unidos, en 1840, el carbón alcanzó el 5% de cuota del mercado energético, y no fue sino a 35 años más tarde, que alcanzó 25%; y un 50% del mercado luego de 15 años más. En 1915, el petróleo representó un 5% del mercado de energías, y duró 20 años para alcanzar un 25%, y, unos 20 años adicionales, para llegar al 40%. En el caso del gas natural, en 1930 tuvo un 5% del mercado energético, y fue después de 30 años, que representó 25% del mercado.

Como puede observarse, se requiere de varios años lograr que las distintas fuentes de energía, alcancen un crecimiento y representación significativa dentro del mix energético, más aún cuando la utilización, presenta un consumo combinado. Considerar una transición energética, además de implicar grandes inversiones en dinero y energía, requiere de varias décadas para su implementación, en este contexto, con el fin de romper con esa dependencia al petróleo, Alexander (2012) señala que:

...las economías dependientes del petróleo, sin duda tienen que invertir enormes cantidades de dinero y energía en la construcción de nuevas infraestructuras sociales y económicas que no sean tan fuertemente dependiente de él, (por ejemplo, sistemas eficientes de transporte público para incentivar a la gente a conducir menos, la producción local de alimentos y de manufacturas fundamentales, entre otras). Pero ya que esta transición aún no ha comenzado en serio, la inversión requerida de dinero y de energía será necesaria en un momento en que el dinero y energía van a ser más escasos de lo que han sido en las últimas décadas. Esto nos coloca en la “trampa de la energía” (párr.24)

A pesar de lo mucho que se habla de la revolución de las renovables, *actualmente no se puede considerar una real transición energética en el mundo, son escasos los avances en este sentido*. De acuerdo con datos del World Economic Forum (2013, p.36), la contribución de las energías renovables entre los años 2000-2010, aumentó en 2%, pero paralelamente, la de los combustibles fósiles ascendió un 2,65%. Tan es así, que el aumento de las energías renovables equipara la disminución de la nuclear, con un efecto neto de cero sobre las emisiones de CO₂. De igual forma, en los primeros diez años del siglo XXI “*el mundo no ha estado disminuyendo el consumo de combustibles fósiles, sino por el contrario, aumentándolo*”, situación que en los próximos años, no cambiará significativamente, a menos que se presente una “crisis” del petróleo. Tal como lo señala uno de los más destacados

especialistas en materia energética -Vaclav Smil- “*el cambio más importante en los próximos 20-40 años será el ascenso del gas natural como el combustible más importante del mundo*”.

Una transición energética del petróleo a otras fuentes de energía, tendría lugar -bajo condiciones muy ventajosas- en décadas, para poder impactar significativamente, el consumo actual de petróleo. Sin embargo, *el llamado es a intervenir de manera inmediata para ir propiciando ese cambio*, no solo desde el impacto económico que tiene el petróleo en la vida de las sociedades, en el sentido, de surfear sus ciclos en términos de precios y su relación con el funcionamiento de la economía⁶; sino desde el impacto que sobre el planeta –contaminación, GEI, destrucción de los ecosistemas naturales y especies, entre otros de carácter social y humano- está teniendo el petróleo, y en general, el modelo energético actual.

El tema de la energía es una realidad que hay que afrontar. Las advertencias del pico del petróleo, los avances tecnológicos –que vienen mostrando la posibilidad de nuevas fuentes alternativas de energía- y las presiones de organismos internacionales sobre la necesidad de reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el horizonte 2050 para controlar el incremento de la temperatura de la Tierra; están *promoviendo un proceso de cambio hacia una “economía descarbonizada”*. Los esfuerzos que ha venido promoviendo la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en considerar un estilo desarrollo sustentable, en el que se armonice: economía, sociedad y ambiente, han puesto de manifiesto, que *la sustentabilidad energética es un pilar esencial para lograrlo*. Una nueva dinámica internacional en la que todas las sociedades puedan avanzar en una matriz energética cooperativa que privilegie la sustentabilidad.

La necesaria transición hacia la descarbonización del modelo energético actual implica promover un cambio en los patrones de consumo y la redimensión de las formas de producir y utilizar la energía, con un enfoque que promueva una economía de bajo carbono. *Esta evolución hacia un paradigma energético sustentable y limpio es un gran desafío* que admita cambios sustanciales en las industrias, los procesos de producción, las normativas, y lo más complejo: en los estilos y hábitos de consumo de las sociedades. La posibilidad de una transición energética tendrá que ser progresiva y continua hacia una economía cada vez más independiente del carbono.

No caben dudas de que *las energías renovables, junto con las energías de baja emisión, asumirán un rol crucial en el reto de la transición energética*. Como se refiere en Bernal (2017):

La transición hacia una economía que reduzca la dependencia del carbono debe ser ordenada y racional. Esta transición debe ser asequible en términos económicos y de demanda, por lo que debería estar basada en formas de energías gestionables, esto es, aquellas a las que se puede recurrir siempre que se necesiten. En este contexto, energías como el gas natural jugarán un papel fundamental (párr. 6)

La tecnología también es un recurso que debe estar a favor de este proceso, pues el avance científico y tecnológico es un gran catalizador que puede favorecer esta transición. En este contexto, y tal como lo ha referido la AIE (2019), para que a nivel global se tengan posibilidades de alcanzar “una

⁶ La economía global no puede sostener el impacto económico del precio del petróleo en más de 100\$ por barril, fundamentalmente, porque la mayor parte del comercio es internacional y depende del petróleo para el transporte de suministros. Si los precios del petróleo son excesivamente altos, la economía no tiene buen desempeño –es lo que probablemente ocurrió en la crisis 2008–, pues la dinámica económica naturalmente busca crecimiento, y la disminución de operaciones, consecuentemente, lleva a una disminución en la demanda. La baja en la demanda de petróleo favorece la caída de los precios que se reduce por recesión económica. No obstante, la baja del precio del petróleo contribuye a la mejora de la economía, y cuando ésta comienza a reestablecerse de la recesión, nuevamente, aumento el precio del petróleo, y el incremento de se demanda, haciendo que el ciclo se repita.

sustentabilidad energética para 2050”, se requiere reformular el modelo actual. También considera que la sustentabilidad energética es factible para mediados el siglo XXI si se logra una transición energética basada en energías renovables, y el establecimiento de patrones de consumo eficientes de energía, y sistemas adecuados de gestión que faciliten su administración. El requerimiento apunta a que más del 60% de la energía primaria proceda de fuentes de origen no fósil, y que se produzca, una cantidad equivalente de bienes y servicios con la mitad de la energía total que se utiliza actualmente, esto no significa que la renuncia a los tradicionales “satisfactores”, sino más bien, remite a que se tenga que “hacer mejor” y “hacerlo más limpio”.

Expertos en el área energética, avizoran que el sector energético “cambiará gradualmente hacia las energías renovables” y la etapa de transición, estará potencialmente determinada por las inversiones que se efectúen en estas fuentes de energía, tanto desde el ámbito del capital público como desde el capital privado. Para Grupo Iberdrola (2020), es posible la transición energética hacia un modelo de negocio “limpio, fiable e inteligente, que reemplace la producción con fuentes contaminantes, por energías limpias” (párr.9), y que, además, acreciente la urgente descarbonización y electrificación de la economía mundial. *Un nuevo modelo energético es viable en un escenario de alta descarbonización y electrificación de la economía*. Su extensión masiva permitirá reducir las emisiones, pero además, permitirá generar empleo de calidad y aumentar la competitividad del sector.

Para galán (2019), “la lucha contra el cambio climático, lejos de ser un problema, es una oportunidad de negocio” (párr.7), más rentable y de impacto positivo en el ambiente y la sociedad” Algunos de los principales beneficios de la descarbonización y electrificación de la economía según lo refiere Grupo Iberdrola (2020) son: 1. Promueve la eficiencia energética; 2. Procura una mejor calidad del aire; 3. Estimula la regeneración de la industria y contribuye en la creación de empleos; 4. Colabora en la expansión de las energías renovables; 5. Disminuye la dependencia energética del petróleo y el gas; 6. Propicia una disminución significativa y estructural del precio y volatilidad de la electricidad; 7. Disminuye emisiones de CO₂ y controla el cambio climático; 8. Impulsa el desarrollo sostenible; 9. Favorece la rentabilidad en las empresas que la adopten; 9. Avanza la digitalización del sector energético.

Favorecer una transición progresiva, sólida, y flexible, requiere en primera instancia, reducir el consumo energético actual, sumada al desarrollo de otras políticas que apunten hacia la sustentabilidad energética. Una apropiada gestión de la demanda de energías considera no solo reducir el consumo, sino utilizarla de forma más eficiente, esto es, invertir en equipamiento y tecnología energéticamente eficiente, aplicar medidas de ahorro que procuren un mejor uso, al mismo tiempo que promover en la población estilos de vida más sostenible con respecto al consumo. Importa destacar que, en estos temas de reducción del consumo energético y uso de recursos naturales, es posible muchas veces caer en la “paradoja de la eficiencia”, ya que al intentar ser eficientes se puede terminar gastando el doble; o degradado más al ambiente, de allí que privilegiar la mitigación por sobre la adaptación, sería lo razonable, porque hay mayores riesgos en adaptarse que en mitigar.

Desde la óptica de algunos especialistas, conocedores de la materia, y organizaciones que están enfocadas al ámbito de la sustentabilidad, *algunas estrategias que podrían considerarse para ir propiciando una transición del modelo energético sugieren:*

- **Ahorro y Eficiencia Energética:** esto es disminuir el consumo energético actual de combustibles fósiles, y mejorar la eficiencia energética, principalmente en el sector doméstico. La utilización eficiente y racional de la energía, favorece la producción de bienes y servicios con menor consumo de energía, y genera menores niveles de contaminación. En este contexto, para la Organización

Ecologistas en Acción (2006), el ahorro y eficiencia energéticas son la principal medida para combatir el cambio climático junto con la promoción de energías renovables, limpias y aumento de la electricidad.

- *Promoción e impulso de las Energías Limpias y Renovables:* que sustituyan a las energías fósiles que contaminan y degradan la naturaleza. Dentro de las ventajas de ir utilizando energía limpias y renovables, Ecologistas en Acción (2006) refiere que pueden darse en lo ambiental, estratégico y socioeconómico. En este sentido refieren:
 - *Ambientalmente*, no generan emisiones de CO₂ y demás gases contaminantes a la atmósfera, por lo que disminuye el aumento del efecto invernadero y el cambio climático; no producen residuos de complejo procesamiento, como en el caso de residuos peligrosos o nucleares; no dependen de combustibles finitos, no se agotan y son renovables.
 - En lo *estratégico*, son autóctonas, mientras que los combustibles fósiles están concentrados en un grupo específico de países; de allí que favorecen la independencia del exterior, incrementando la facilidad del suministro, en tanto que los combustibles fósiles, acrecientan las necesidades de importación energética.
 - En lo *socioeconómico*, multiplican en más de cinco veces, la creación de plazas de empleo que las tradicionales; favorecen al equilibrio interterritorial, pues se pueden instalar en zonas rurales; permiten desarrollar tecnologías propias. Las energías tradicionales utilizan en su gran mayoría tecnología importada.
- *Electrificación de la demanda:* Considera impulsar el uso de vehículos eléctricos, la actividad de transporte de mercancías con el ferrocarril eléctrico, y una electrificación del consumo en las edificaciones. Para Deloitte (2018), se impulsa la descarbonización en el horizonte 2030-2050, donde el gas natural muestra crecimiento, especialmente en el sector de transporte pesado y la industria; asimismo, se aprecian esfuerzos en ese período para una alta eficiencia eléctrica. Ya se viene observando la introducción significativa del vehículo eléctrico para 2030 con proyecciones de casi 60% de ventas, y también, la electrificación de la demanda en todos los sectores de la economía. Para Deloitte, la electricidad, conjuntamente con el gas natural, son las fuentes de energía que más crecimiento experimentarán en la transición; además de la eficiencia energética de los equipos que se potencia para alcanzar un nivel anual de rehabilitación de edificios 4 veces superior al histórico (menor al escenario de reducción convencional), y una significativa ganancia de eficiencia en los vehículos convencionales.
- *Definir el mix de generación de energía:* Esto implica considerar una combinación de distintas fuentes de energía (térmica de carbón, hidráulica, nuclear, y ciclos combinados de fuentes renovables) en el contexto de una transición energética “baja en carbono, eficiente y sostenible”; tal como sugiere Deloitte (2018), se requiere adecuar el mix de generación eléctrica, de manera tal que se desplieguen los componentes necesarios para que se implante la nueva capacidad renovable y se maximice el aprovechamiento del parque de generación actual, en aquellos países que los tengan.
- *Establecer un marco regulatorio y legal de largo plazo:* con protagonismo de los Estados y Administraciones públicas que promuevan la descarbonización de la economía, en un trabajo conjunto y coordinado con empresas y consumidores; diseñando políticas que promuevan esta transformación.
- *Fomentar la modificación de los estilos de vida y hábitos de consumo de energía final de los consumidores:* hacia el uso de fuentes de energía de menores emisiones y más eficiencia energética, Deloitte (2018), sugiere en este ámbito, que a todos los agentes que participen en la descarbonización, se otorguen incentivos para que tantas empresas como hogares cambien sus hábitos de consumo e incorporen la energía renovable en el mix de generación y utilización.

- *Invertir en tecnología que facilite la transición eficiente del mix de generación:* Es necesario considerar el mayor número de opciones posibles, ya que no se conoce con precisión el comportamiento del uso de la energía y puede condicionar la evolución del mix energético.
- *Evitar inversiones ineficientes en combustibles fósiles:* esto implica definir estrategias de mitigación de emisiones, que consideren especialmente, la disminución del consumo de combustibles fósiles y adoptar fuentes de energía más sustentables; en este contexto, realizar el cálculo de la huella de carbono, es una buena forma de medir y mitigar las emisiones contaminantes que se producen, y a partir de allí, gestionar esa huella de carbono, para reformular procesos, evaluar riesgos y oportunidades de la compañía, incorporando de forma transversal el “componente carbono” para reconsiderar la toma de decisiones sobre el negocio.
- *Aprovechar la transición energética para aumentar la competitividad:* como una forma de incentivar la economía, ampliar el negocio fomentando otras actividades y facilitando la creación de empleo; pues en este escenario se hace necesario redimensionar formas tradicionales de actuación para cubrir necesidades y requerimientos de las nuevas expectativas y patrones energéticos de unos consumidores que tienen, cada vez, mayor poder de decisión.
- *Desplegar redes eléctricas inteligentes:* Esto implica según el enfoque de Deloitte (2018) “vincular a las redes una mayor cantidad de infraestructuras de energía renovable” para facilitar la inclusión de sistemas de almacenamiento de energía y lograr que estas redes tengan mayor flexibilidad que las existentes actualmente. Considerar una digitalización de la red, que facilite a los clientes gestionar su consumo de energía a través de dispositivos interconectados que tendrán a su disposición.

Todas estas consideraciones plantean grandes retos y cuantiosas inversiones, pero sin dudas a la larga, son más rentables que la situación que ofrece el modelo energético actual.

Reflexiones Finales

El petróleo es, y seguirá siendo la fuente principal de energía para movilizar al mundo; y hasta tanto no se logre una verdadera transición energética protagonizada por las fuentes de energías renovables, se seguirá dependiendo de él. Hasta la actualidad, la política exterior y comercial a nivel global, se rige fundamentalmente por la venta del petróleo y sus derivados, no hay otra fuente energética que se constituye de relevancia como materia prima.

El vacilante impulso detrás de las mejoras en la eficiencia energética global es motivo de preocupación, y son cada vez más crecientes las necesidades de: calefacción, refrigeración, iluminación, movilidad, y otros servicios energéticos. Esto refleja una relativa falta de nuevas políticas de eficiencia energética y de esfuerzos para ajustar las medidas existentes. El impulso detrás de las tecnologías de energía limpia aún es limitado para equiparar las consecuencias de una economía globalizada en expansión y una población que sigue creciendo.

A lo largo de este análisis se puede observar que el desarrollo de fuentes alternativas de abastecimiento energético es aún incipiente; y hasta ahora, no existe fuente de energía limpia con la capacidad de abastecer la creciente demanda de combustibles fósiles. Menos aún sin que se dé una transición progresiva y continuada que implique la incorporación de nuevas tecnologías e inversiones económicas significativas que incorporen a todos los sectores de las sociedades.

Los actuales patrones y hábitos de consumo de la población, el creciente agotamiento de los recursos

naturales, su progresiva escasez, y el tratamiento inadecuado de residuos que generan las actividades industriales y prácticas de la población, son desafíos que la humanidad debe afrontar con el fin de alcanzar un futuro sustentable. De allí *que la evolución hacia un paradigma energético más sustentable y limpio es una necesidad; la descarbonización de la economía deberá ser gradual hacia un modelo energético eficiente, que comporte un cambio en los estilos de producción y consumo donde todos los agentes implicados: gobiernos, empresas, consumidores, asuman el compromiso de trabajar por un mejor futuro.* En palabras de Galan (2018): “La transformación del modelo energético no es solo una necesidad para asegurar la sostenibilidad, sino también es una oportunidad para fomentar la actividad de nuestras empresas y garantizar una economía más competitiva” (párr.8).

Para alcanzar este nuevo modelo, es imprescindible formular planes de transición energética – en condiciones de abastecimiento energético, económicamente competitivo - que favorezcan la evolución hacia un sistema plenamente descarbonizado, para ello es importante: Analizar y delinear los distintos escenarios del comportamiento de la demanda de energía de acuerdo con las necesidades de los principales sectores, y las implicaciones que tendrían cada uno de esos escenarios tanto en la generación, abastecimiento, condiciones de la oferta, y el propio mercado. Asimismo, evaluar la estructura de generación de energía que es más eficiente desarrollar, de acuerdo con las condiciones y posibilidades de cada país; también y muy importante, examinar lo que implica para la economía emprender un proceso de descarbonización, especialmente, para aquellos países que dependen exclusivamente del petróleo, -como el caso venezolano- arbitrando mecanismos que puedan acompañar la transición; formular estrategias y acciones que faciliten la implementación del proceso de transición, y realizarla del modo más eficiente y de menor impacto negativo posible.

La transición hacia un modelo energético es viable si se establecen nuevos patrones de uso eficiente de energía, inversión en las renovables y sistemas de gestión adecuados que faciliten la administración de la energía, pero se requerirá, sobre todo, altos niveles de consciencia sobre el tema, principios éticos sólidos, liderazgo y voluntad política.

Declaración sobre conflicto de interés:

La autora declara que no tiene ningún conflicto de interés sobre el artículo.

Referencias Bibliográficas

Agencia, A. (2019). *Consumo de energía mundial aumentó un 2,9 por ciento en 2018. Revisión Estadística de la Energía Mundial 2019.*

<https://energiahoy.com/2019/06/13/el-mundo-esta-en-un-camino-insostenible-bp-statistical-review-of-world-energy-2019-informe/>

Alexander, S. (2012). Decrecimiento, petróleo caro y la nueva economía de la energía. *real-world economics review*. ISSN 1755-9472 Issue 61 – 26 September 2012.

<https://filosofiacriticamoderna.wordpress.com/2013/11/22/decrecimiento-petroleo-caro-y-la-nueva-economia-de-la-energia/>

Arroyo, I. (2011). *Construyendo una Sociedad Post-Petrolera*. Artículo disponible en: <http://revistapaquidermo.com/archives/5083>

Banca y Negocios. (15 de enero 2020). *Producción petrolera cayó 47,26% anual en 2019 y cerró diciembre en*

714.000 b/d.
<http://www.bancaynegocios.com/produccion-petrolera-cayo-4726-anual-en-2019-y-cerro-diciembre-en-714-000-b-d/>

BBC News. (20 de junio de 2006). *News Business World oil demand 'to rise by 37%'.*
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/5099400.stm>

BBC News Mundo. (01 de abril de 2019). *Países con mayores reservas de petróleo y por qué esto no siempre es señal de riqueza.*
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-47748488>

Bernal, J. (2017). Los retos de un modelo energético sostenible y limpio. *Proyecto de ED Creativo para Gas Natural Fenosa.*
<https://branded.eldiario.es/retos-energia-sostenible/#content>
<http://gasnam.es/wp-content/uploads/2018/01/Deloitte-ES-MonitorDeloitte-Modelo-energetico-Espana-2050-enero-2018.pdf>

British Petroleum. (2019). *Statistical Review of World. Informe publicado en junio 2019.*
Energy.
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Davivienda Corredores. (2019). *Perspectivas Macroeconómicas 2018-2019. Precio del petróleo: comportamiento y perspectivas.*
<https://portalempresarial.org/libro-2019-de-liquidez-y-oportunidades/precio-del-petroleo-comportamiento-y-perspectivas/>

Deloitte. (2018). *Una transición inteligente hacia un modelo energético sostenible para España en 2050: la eficiencia energética y la electrificación.*
<http://gasnam.es/wp-content/uploads/2018/01/Deloitte-ES-MonitorDeloitte-Modelo-energetico-Espana-2050-enero-2018.pdf>

Díaz, G. (2019). *Boletín Anual de Estadísticas 2019.*
<http://depetroleo.com/30329/la-opec-presento-el-boletin-estadistico-anual-de-2019/>

Ecologistas en acción. (2006). *Modelo energético sostenible, una vía para mitigar el cambio climático.*
<https://www.ecologistasenaccion.org/4449/modelo-energetico-sostenible-una-via-para-mitigar-el-cambio-climatico/>

EFE. (3 de junio de 2019). *Producción mundial de petróleo superó máximo histórico.* EFE
<https://www.elnacional.com/mundo/produccion-mundial-petroleo-supero-maximo-historico-284228/>

Energía y Sociedad. (2019). *Manual de Energía. Capítulo 1. 1.6. Insostenibilidad del sistema energético y vías de solución.*
http://www.energiaysociedad.es/mane-nergia/1-6-insostenibilidad-del-sistema-energetico-y-vias-de-solucion/#_ftn46

Expansión Datos Macroeconómicos. (2019). *Precio del petróleo OPEP por barril.*
<https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/opec?anio=2019>

Ferrari, L. (2017). *Petróleo no convencional y fracking: por qué llegamos a ello y consecuencias para el*

futuro de la energía. Web de ecología de la UNAM.
<http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/index.php/todos-los-numeros/numeros-antiores/163-petroleo-no-convencional>

Ferrari, L. (2013). Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas. *Revista Mexicana de Física*, vol. 59, núm. 2, octubre-, 2013, pp. 36-43 Sociedad Mexicana de Física A.C.
<https://www.redalyc.org/pdf/570/57030971005.pdf>

Gabaldón, A. J. (2006). *Desarrollo sustentable. La salida para América Latina*. Grijalbo. Caracas

Galán, I. (2018). *La transición energética, una oportunidad de negocio*. Pacto Global ONU: Entrevistado por Grupo Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/conocenos/entrevista-sanchez-galan-pacto-global-naciones-unidas>

Greta, T. K. F. (2020). *Ambiente en el 2020: El año que podría definir el futuro del planeta*.
<https://dialogochino.net/32718-environment-in-2020-a-critical-year-for-climate-biodiversity-and-oceans/?lang=es>

Grisanti, L. (2014). *Venezuela y el nuevo paradigma energético*. Ensayo del libro Venezuela, ilusión, realidad o ficción. Edición Fundación Venezuela Positiva.

Grupo Iberdrola. (2020). *Transición energética y descarbonización. Nos anticipamos 20 años a la actual transición energética*.
<https://www.iberdrola.com/sala->

[comunicacion/top-stories/transicion-energetica](#)

Gutiérrez, G. E. y González, G. E. (2012). *De las teorías de Desarrollo al Desarrollo Sustentable*. México. Siglo XXI Editores: Universidad Autónoma de Nuevo León. ISBN: 978-607-03-0143-8

International Energy Agency. (IEA) (2019). *World Energy Outlook 2019*, IEA, Paris.
<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>.

International Energy Agency. (IEA) (2010). *Is 'Peak Oil' Behind Us?*.
<https://green.blogs.nytimes.com/2010/11/14/is-peak-oil-behind-us/?partner=rss&emc=rss>

KPMG. (2016). *Desarrollo de Energías Renovables. Contexto latinoamericano y el caso argentino*. Editorial KPMG.
<https://home.kpmg/ar/es/home/insights/2016/12/desarrollo-de-energias-renovables--contexto-latinoamericano-y-el.html>

Martil, I. (2018). *El reto de la energía: la transición hacia un nuevo modelo energético*.
<https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/el-reto-de-la-energia-la-transicion-hacia-un-nuevo-modelo-energetico/>.

Matteo, C. A. (2014). *Enfoque Teórico de Gerencia para la Sustentabilidad a partir de la relación Organización-Sociedad*. Tesis Doctoral presentado ante la Universidad Central de Venezuela para optar al grado de Doctora en Gerencia. Caracas. Venezuela.

Organización de las Naciones Unidas. (ONU). (2019). *Una población en crecimiento*. <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Organización de las Naciones Unidas. (ONU). (2019). *Perspectivas de la Población Mundial: Aspectos Destacados*. División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas Informe de la ONU 2019. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf.

Organización Meteorológica Mundial. (22 de septiembre de 2019). *El clima Mundial entre 2015-2019*. Ediciones OMM. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-clima-mundial-entre-2015-y-2019-se-ha-acelerado-el-cambio-clim%C3%A1tico>

Pérez I, N., Geizzelez L, M., & Rosales L, L. (2021). Gestión de información para la vigilancia tecnológica en empresas del sector energético de la Guajira colombiana. *IPSA Scientia, Revista científica Multidisciplinaria*, 6(1), 22–35. <https://doi.org/10.25214/27114406.1047>

Rankia. (2015). *Tras el pico de petróleo ¿decrecimiento o colapso?* <https://www.rankia.com/blog/game-over/2611551-pico-petroleo-decrecimiento-colapso>

Rankia. (2014). *Nuestra dependencia del petróleo*. <https://www.rankia.com/blog/game-over/2544332-nuestra-dependencia-petroleo>.

U.S. Energy Information Administration Office of Energy Analysis. (2019). *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050*. <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>

Silva, A. (s.f). *Transacciones petroleras internacionales en Latinoamérica. Aspectos ambientales*. <http://goodrichriquelme.com/wp-content/uploads/2012/01/TRANSACCIONES-PETROLERAS-INTERNACIONALES-EN-LATINOAMERICA.docx>

Visual Capitalist. (2020). *The World's Projected Energy Mix, 2018-2040*. Infografía <https://www.visualcapitalist.com/the-worlds-projected-energy-mix-2018-2040/>

World Economic Forum. (2013). *Energy Vision 2013 Energy transitions: Past and Future*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyVision_Report_2013.pdf