



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ECONOMÍA

**LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN MÉXICO Y EL GAS NATURAL:
IMPLICACIONES PRODUCTIVAS Y FISCALES.**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

QUE PRESENTA:

PEDRO JOEL ESTRADA PÉREZ

ASESOR DE TESINA

MTRO. ISMAEL DIONISIO VALVERDE AMRIZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO. MÉXICO.
OCTUBRE 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Primero, agradezco a mi Dios, por bendecirme con una familia tan especial y unos amigos tan gratos como los míos, además de la guía y camino que me ha ofrecido.

Todos mis logros que pueda llegar a tener y, en especial el presente trabajo, van dedicados a mis padres, María Hortensia Pérez Flores y Rubén Estrada Arellano, les doy infinitas gracias por el apoyo, consejos, esfuerzo, pero, sobre todo, por su amor. Me debo a ustedes como persona. A mis hermanos por su cariño, apoyo, al igual que sus consejos. Ustedes son lo más importante para mí.

Le doy las gracias a Alma, por inspirar este tema en las largas pláticas, al igual que por permitirme compartir tiempo, alegrías y dicha con ella. A mis amigos, por las distracciones, los buenos y malos ratos, por la satisfacción de crecer juntos y apoyarnos entre nosotros.

Finalmente, agradezco al Mtro. Ismael Valverde, por su tiempo, paciencia, dedicación y ayuda sincera para poder realizar esta investigación.

Índice

Introducción.....	8
1. El Gas Natural situación actual y contexto histórico.....	11
1.1 Generalidades.....	12
1.2 Inversión Nacional Histórica en Gas Natural.....	15
1.3 Rondas México.....	16
1.4 Producción Actual.....	29
1.5 Cierre de Capítulo.....	33
Referencias.....	34
Referencias de Figuras.....	35
2. Transición Energética y Gas Natural.....	37
2.1 Gas natural e impacto ambiental.....	39
2.2 La transición energética de manera internacional.....	48
2.2.1 Energía Eólica.....	48
2.2.1.1. El caso de Dinamarca.....	49
2.2.1.2. El caso de China.....	50
2.2.2 Energía Solar.....	51
2.2.2.1 La iniciativa Alemania.....	52
2.2.2.2 El avance de China.....	53
2.2.3 Energía Hidráulica.....	54
2.2.3.1 El principal productor de energía hidroeléctrica.....	55
2.2.4 La biomasa.....	56
2.2.5 El caso del Hidrógeno.....	58
2.3 La incidencia internacional actual del gas natural.....	61
2.4 Cierre de Capítulo.....	65

Referencias.....	66
Referencias de Figuras.....	68
3. Soberanía y Seguridad Energéticas.....	70
3.1 Seguridad Energética	71
3.1.1 La evolución del concepto de seguridad energética	73
3.2 Soberanía Energética	81
3.3 Independencia Energética en México	82
3.4 Cierre de Capítulo	88
Referencias	89
Referencias de Figuras.....	90
4. Gas Natural, Tema de Urgencia en México	91
4.1 El Precio Real de la Importación	92
4.2 Los Riesgos de la Importación	95
4.3 Los Ingresos por Gas Natural No Asociado	99
4.4 La Inversión y su Relación con la Producción de Gas Natural No Asociado 102	
4.5 El Área Contractual de Misión.....	108
4.6 El Panorama de las Energías Limpias	112
4.7 Cierre de Capítulo	115
Referencias.....	118
Referencias de Figuras.....	119
Conclusiones.....	121

Índice de Figuras

Tabla 2.1: Emisiones de Gas Natural, Petróleo y Carbón	40
Tabla 2.2: EE. UU: Utilidad Eléctrica y Generación eléctrica independiente y Emisiones resultantes de CO2 para combustibles en 2020.	40
Ilustración 2.1: Motor de turbina de gas de ciclo abierto.	41
Ilustración 2.2: Ciclo Rankine ideal simple.	42
Ilustración 2.3: Central combinada de gas y vapor.....	43
Ilustración 2.4: Turbina eólica para la generación eléctrica.....	49
Ilustración 2.5: Diagrama de sistema fotovoltaico	52
Ilustración 2.6: Planta hidroeléctrica.....	54
Gráfica 1.1: México: Generación Bruta Eléctrica CFE y PIEs 2010-2021. Mega watts-hora.	11
Gráfica 1.2: México: Producción de Petróleo Crudo 1978-2015.....	16
Gráfica 1.3: México: Inversión en Exploración 2015-2023	22
Gráfica 1.4: México: Inversión en Extracción 2015-2023	23
Gráfica 1.5: México: Capex CSIEE de Gas Natural 2016-2021.	24
Gráfica 1.6: México: Capex de CSIEE de Gas Natural vs Misión 2016-2021.	25
Gráfica 1.7: México: Opex de CSIEE de Gas Natural 2016-2021.	26
Gráfica 1.8: México: Opex de CSIEE de Gas Natural vs Misión 2016-2021.	27
Gráfica 1.9: México: Total de Inversión, Capex y Opex 2016-2021.	28
Gráfica 1.10: México: Reservas de Gas 2016-2021.....	29
Gráfica 1.11: México: Producción de Gas 2010-2021.....	30
Gráfica 1.12: México: Producción de Gas No Asociado 2010-2021.....	30
Gráfica 1.13: México: Prospectiva de Producción de Gas Natural 2018-2032.....	31
Gráfica 1.14: México: Oferta de Gas Natural 2010-2023.	32
Gráfica 2.1: Cambios en la demanda mundial eléctrica, 2015-2024.	38
Gráfica 2.2: Proyectos en el Mundo en Desarrollo para Aplicación de CCAU, 2021.	46

Gráfica 2.3: Uso internacional de combustible fósil por escenario, 2020, 2030 y 2050.	47
Gráfica 2.4: Adiciones Anuales Netas a la Capacidad Eólica, 2018-2020. Giga Watts.....	51
Gráfica 2.5: EE. UU: Generación Hidroeléctrica y Porcentaje del Total de la Generación Eléctrica en EE.UU, 1950-2020	55
Gráfica 2.6: Adiciones Netas Anuales a la Capacidad Hidroeléctrica, 2018-2020.	56
Gráfica 2.7: Consumo Industrial de Bioenergía, 2019-2022. Peta-Joules.....	58
Gráfica 2.8: Hidrógeno Demanda por Sector, 2000-2020.	60
Gráfica 2.9: Fuentes de Producción de Hidrógeno, 2020.....	61
Gráfica 2.10: EE. UU: Porcentaje de Carbón y Gas en el Total de Generación Eléctrica, 2004-2018.	62
Gráfica 2.11: EE. UU: Cambios en la Capacidad de Generación, 2004-2018.	63
Gráfica 2.12: Demanda Mundial de Gas Natural por Región, 2000-2020.	64
Gráfica 3.1: Producción Mundial de Petróleo, 1971-1999	76
Gráfica 3.2: Producción de Petróleo de la OCDE, OPEC y Resto del Mundo, 1971-1999.	77
Gráfica 3.3: Producción Mundial de Petróleo, 2000-2020.	79
Gráfica 3.4: Producción Mundial de Gas Natural, 2000-2020	80
Gráfica 3.5: México: Producción Nacional de Energía 2012-2019.	84
Gráfica 3.6: México: Consumo Nacional de Energía 2012-2020.....	85
Gráfica 3.7: México: Índice de Independencia, Producción y Consumo Energéticos, 2012-2020.	86
Gráfica 3.8: México: Producción Nacional de Energía: Total vs. Hidrocarburos ...	87
Gráfica 4.1: México: Importación de Gas Natural proveniente de EE. UU. 2010-2021.	93
Gráfica 4.2: México: Consumo Nacional de Energía, Producción Nacional de Energía con Gas e Importación de Gas Natural proveniente de EE. UU. 2012-2020.	94
Gráfica 4.3: México: Costo de la Importación en pesos mexicanos de Gas Natural proveniente EE. UU. 2012-2021.....	96

Gráfica 4.4: México: Producción, Importación de Gas y Consumo Nacional de Gas, 2010-2021.....	98
Gráfica 4.5: México: Ingresos a favor del Estado por Gas Natural No Asociado. 2016-2021.....	101
Gráfica 4.6: México: Producción Nacional de Gas Natural No Asociado contra Inversión Total, Capex y Opex en Gas Natural No Asociado. 2016-2022.....	104
Gráfica 4.7: México: Total de Producción Nacional de Gas Natural No Asociado comparado con la Producción de Misión. 2016-2022.....	110
Gráfica 4.8: México: Total de Ingresos por Gas Natural No Asociado comparado con los Ingresos de Misión. 2016-2022.....	111
Gráfica 4.9: México: Participación de las Tecnologías Renovables en la Generación de Energía Eléctrica 2018.....	114
Gráfica 4.9: México: Participación de las Tecnologías Renovables en la Generación de Energía Eléctrica 2032.....	114

Introducción

El gas natural en México es un tema explorado por parte del gobierno cuando se trata de la producción y reservas con las que se cuenta, sin embargo, no se le ha otorgado la atención suficiente para profundizar y estudiar su situación como un hidrocarburo altamente relevante, ya que se omite su potencial para disminuir la contaminación ambiental y mitigar la emisión de residuos

Existen estudios¹ en torno al gas natural de cómo, a comparación del resto de los hidrocarburos, tiene una generación de agentes contaminantes significativamente menor que, si bien no se trata de una fuente de energía limpia, conlleva importantes beneficios ambientales; por ello, en la presente tesina se resalta la importancia que puede adquirir el gas natural de incorporarse como un apoyo a la transición energética (entendiendo a la transición energética como la sustitución paulatina del uso de combustibles fósiles por energías limpias) para la disminución de agentes contaminantes.

Aunado a lo anterior, la atención hacia el gas natural en la actualidad y a nivel nacional ha venido a menos en los últimos años al descuidar su explotación, como una de las consecuencias de la facilidad de la importación de gas natural, así como la concentración de inversiones y recursos en el petróleo por ser el hidrocarburo que históricamente ha generado grandes ingresos a las arcas financieras del Estado por las condiciones de sus precios a través del tiempo, así como yacimientos que permitían grandes cantidades de extracción, por lo que inclusive atraía una gran cantidad de inversión por el lado del capital privado.

Por otra parte, el gobierno como primer interesado en el sector energético, debió fijar una mayor atención en las políticas públicas enfocadas en gas natural de manera anticipada, para evitar el escenario actual en el cual, cada vez se encuentra

¹ International Energy Agency (2017), *The environmental case for natural gas*.
U.S. Energy Information Administration (2021), *Natural Gas and the environment*.

un mayor requerimiento de gas natural importado y genera preocupación en torno a la independencia energética.

La transición energética, es un compromiso al que se han sumado diversos países, entre ellos México, como consecuencia del gran aumento de agentes contaminantes dañinos para el medio ambiente, incluso México se sumó al objetivo de cero emisiones de gases de efecto invernadero para 2050, por este motivo, la transición energética ha ganado mayor relevancia en los últimos años. No obstante, realizar un cambio radical en las fuentes de energía, no puede ocurrir en 1 año, ya que se requiere de opciones para el suministro de energía que tengan la capacidad de sustituir por completo a la cantidad de energía que se obtiene a través de los hidrocarburos, este planteamiento es especialmente complejo para México por la alta dependencia que tiene el sector energético de los combustibles fósiles.

Por lo anterior, la presente tesina observa al gas natural como una fuente de energía en México que apoye a la transición energética, no como un combustible que carezca de todo tipo de agente contaminante, sino como una oportunidad para disminuir los gases de efecto invernadero mientras se aumenta la infraestructura, eficiencia y apoyo para las fuentes de energía limpia.

Asimismo, el gas natural que se analiza a profundidad en este trabajo de investigación es el gas natural no asociado, ya que como se puntualizará más adelante, es el que permite cambios sustanciales en materia de contaminación al medio ambiente, además de ser un recurso con el potencial de ayudar en las condiciones actuales del sector energético.

El objetivo del presente trabajo es analizar, en primera instancia, cuál ha sido la dinámica productiva del gas natural no asociado a nivel nacional, así como el peso de su participación en el sector energético mexicano. De la misma manera, se abordará la cuestión de las implicaciones en términos de mejoramiento de la calidad de energía, así como de la variación finanzas públicas cuando se ha contado con un incremento en la producción de gas natural no asociado. Lo anterior se enmarca dentro del importante e impostergable problema de la transición energética en México.

Dentro de los objetivos particulares a trabajar en esta tesina se encuentran: i) determinar si las Rondas y la inversión actual, en materia de gas natural, han realizado una mejora sustancial en su producción; ii) determinar si un aumento en la producción del gas natural se traduce en mejoras para la transición energética; iii) demostrar que, de continuar con un exceso en las importaciones de gas natural, se generarían problemas en la soberanía y transición energéticas y; iv) comprobar que el gas natural no asociado, con un fomento en su inversión, es capaz de impactar positivamente los ingresos fiscales.

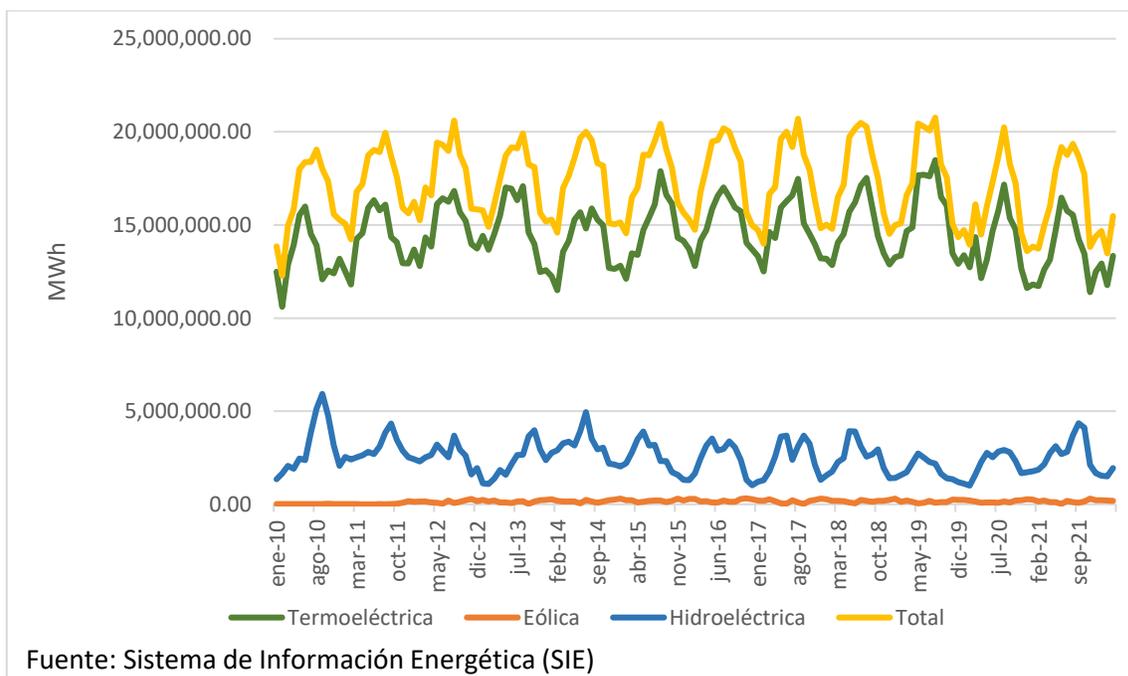
A pesar de hablar y destacar los beneficios e importancia que puede tener el uso del gas natural no asociado, no se maneja como la solución a todos los problemas que existen en el país, ni si quiera como el fin de los problemas del sector energético en México, es mejor explicado, como una fuente de energía que cuenta con gran incidencia en la generación eléctrica, un descuido en su importancia dentro del sector energético y un bien que cuenta con características que lo vuelven relevante a futuro para mejorar las condiciones ambientales.

Por consiguiente, el aporte que busca el trabajo de investigación es con respecto a la relevancia que puede obtener el gas natural no asociado de propiciarse las condiciones necesarias y una mejora en las características actuales de la producción, la inversión y los ingresos del gas natural no asociado que a su vez apoyen la situación que se vive con respecto a la independencia energética en México.

1. El Gas Natural situación actual y contexto histórico

La situación actual del gas natural es compleja debido al gran número de sectores que abarca y, que al mismo tiempo cuenta con un papel importante, comenzando por la industria, generación de energía y combustibles; aunado a esto, sus precios han mostrado una alta volatilidad en los últimos tiempos y, el hecho que sea un eje central dentro de la transición energética, lo vuelve un hidrocarburo de suma importancia a nivel internacional. La importancia en la generación eléctrica por parte del gas puede apreciarse en la gráfica 1.1, ya que la mayoría de las centrales termoeléctricas funcionan en su mayoría con gas natural a pesar de que también pueden emplear carbón o combustóleo. Aunado a lo anterior, del total de la generación eléctrica en México, la gran mayoría se da a través de estas plantas termoeléctricas y en segundo lugar las hidroeléctricas; que tienen una producción cíclica anual, donde el mes de agosto de cada año alcanza el pico más alto de generación bruta eléctrica, mientras que el principio y final de cada año representan los puntos más bajos para la generación anual.

Gráfica 1.1: México: Generación Bruta Eléctrica CFE y PIEs 2010-2021. Mega watts-hora.



Para mejorar el entendimiento de los procesos que sufre el gas natural es necesario asentar ciertas generalidades de este, así como el apoyo que tiene en la actualidad por parte del gobierno mexicano a través de la inversión y como consecuencia el impacto en la productividad que se tiene hasta la fecha. Además, si es que se busca una transición hacia las energías limpias, al igual que una reducción paulatina de las emisiones de efecto invernadero², debe centrarse en un combustible que permita mejores condiciones ambientales y que aunado a esto, se utilicen energías limpias tal como se plantea en diversos países con el denominado “Net Zero by 2050” (International Energy Agency, 2021) y, que inclusive es analizado por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), para saber si de manera internacional se podrá lograr disminuir la huella de carbono que cada vez se vuelve un problema mayor y cercano, ya que el sector energético produce alrededor de tres cuartas partes del total de emisiones gas de efecto invernadero, en palabras de la propia agencia.

1.1 Generalidades

El gas natural proviene de yacimientos, los cuales se encuentran en el subsuelo en rocas permeables, estas contienen hidrocarburos como lo son el petróleo, gas natural y condensados. Dichos yacimientos, se encuentran a diferentes profundidades por lo cual se clasifican en cuatro distintas profundidades: i) terrestres; ii) aguas someras que van de los 0 a 500 metros de profundidad; iii) aguas profundas de los 500 a 1,500 metros de profundidad y; iv) las ultraprofundas en las cuales se rebasan los 1,500 metros de profundidad.

Como se mencionó anteriormente, este hidrocarburo es obtenido a través de yacimientos, pero no todos tienen las mismas condiciones y composiciones, por lo tanto; es por ello que existen tanto los primarios como los secundarios, en el primer tipo, se conforma cuando los hidrocarburos se encuentran atrapados dentro de la roca donde se formaron; mientras que en los secundarios los hidrocarburos fueron

² Gases de Efecto Invernadero. - Los gases de efecto invernadero, permiten una temperatura promedio de 15°C, apropiada para todas las formas de vida; cuando los gases de efecto invernadero aumentan su concentración, la Tierra absorbe más calor, haciendo que la superficie terrestre se caliente más de lo normal y su temperatura se eleve. (Secretaría del Medio Ambiente, 2022).

configurados dentro de la roca han escapado de esta e inclusive llegar hasta la superficie (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Los hidrocarburos atrapados dentro de los yacimientos no son homogéneos, ya que cada yacimiento puede contener uno o más tipos de hidrocarburos, por lo tanto, las diversas clasificaciones de estos son:

- **Yacimientos de Petróleo:** El hidrocarburo contenido en esta roca es predominantemente el petróleo, mientras que el gas es un producto secundario y, debido a la presión y temperaturas, el exceso de gas se acumula en la parte superior.
- **Yacimientos Gas-Petróleo:** Dentro de estos se encuentra una capa de gas en la parte superior y en la inferior el petróleo; con lo cual, la presión que ejerce dicha capa de gas facilita el flujo natural del petróleo hacia la superficie al momento de la extracción.
- **Yacimientos de Gas Seco:** El gas natural es el hidrocarburo predominante. A diferencia de los anteriores, al tratarse de gas seco, se diferencia totalmente del gas asociado, ya que este último requiere de procesos de separación de los demás hidrocarburos para poder ser utilizado.

Para realizar una evaluación sobre un hidrocarburo como lo es el gas natural, es necesario definirlo:

La mezcla de gases que se obtiene de la Extracción o del procesamiento industrial y que es constituida principalmente por metano. Usualmente esta mezcla contiene etano, propano, butanos y pentanos. Asimismo, puede contener dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, entre otros. Puede ser Gas Natural Asociado, Gas Natural No Asociado o gas asociado al carbón mineral (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021).

El gas natural no siempre se encuentra de la misma forma en los yacimientos como se menciona previamente con lo que es necesario especificar los tipos de gas que pueden ser extraídos:

- i) Gas Natural Asociado: disuelto en el Petróleo de un yacimiento, bajo las condiciones de presión y de temperatura originales (Secretaría de Energía, 2015);
- ii) Gas Natural No Asociado: que se encuentra en yacimientos que no contienen Petróleo a las condiciones de presión y temperatura originales (Secretaría de Energía, 2015);
- iii) Gas dulce: Es el gas natural que contiene hidrocarburos y bajas cantidades de ácido sulfhídrico y dióxido de carbono (Secretaría de Energía, 2015);
- iv) Gas amargo: Gas natural que contiene hidrocarburos, ácido sulfhídrico y dióxido de carbono (estos últimos en concentraciones mayores a 50 ppm) (Secretaría de Energía, 2015);
- v) Gas seco: Gas Natural libre de hidrocarburos condensables (básicamente metano) (Secretaría de Energía, 2015) y;
- vi) Gas húmedo: Es el gas natural que contiene más de 3 gal/Mpc de hidrocarburos líquidos (Secretaría de Energía, 2015).

El enfoque de esta investigación no se da en el petróleo ni los condensados, se centra en el gas natural, por lo que no se tomarán en cuenta los yacimientos de los que se obtiene crudo donde gas natural se encuentra asociado y por lo tanto es un producto secundario proveniente de la refinación e inclusive requiere de numerosos procesos de separación para contener una composición con una mayoría de metano.

Por lo anterior, esta investigación se referirá al gas natural en México proveniente de yacimientos donde se trate de gas no asociado que, a su vez, se trata de gas seco y dulce; ya que es con esas características que se encuentra en los yacimientos de gas.

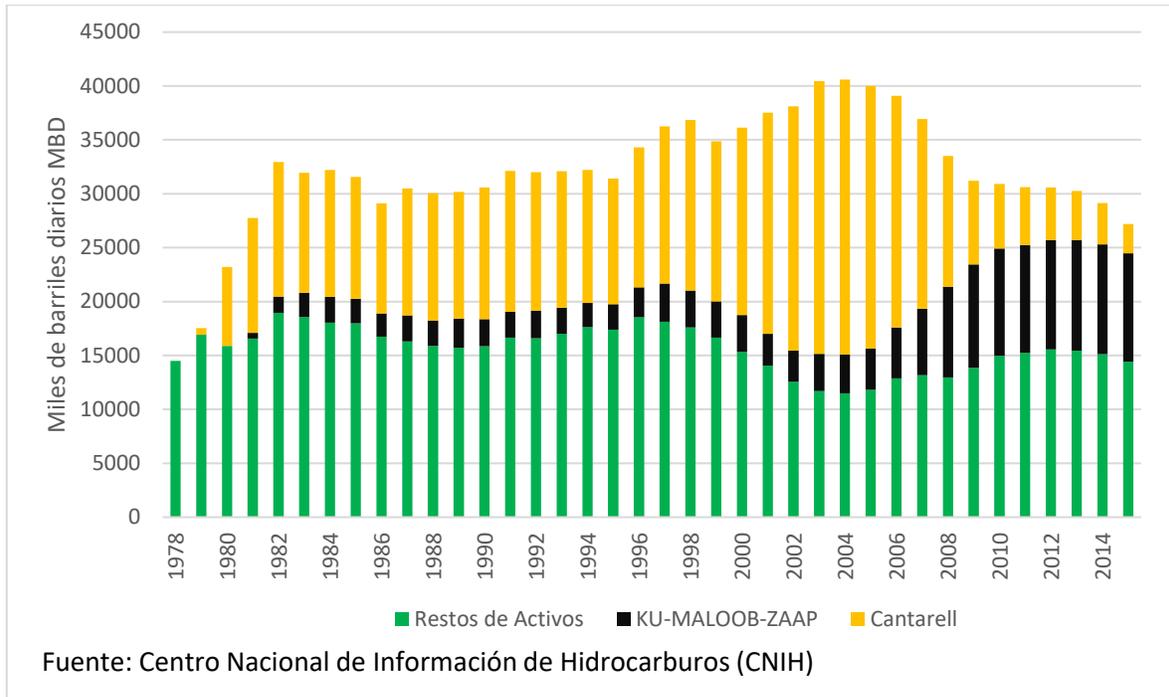
1.2 Inversión Nacional Histórica en Gas Natural

Internacionalmente, el petróleo siempre ha tenido el foco de atención dentro de la gama de los hidrocarburos, por lo cual los demás han pasado a segundo término en la economía mexicana y, además, esta se encuentra profundamente concentrada en el crudo por su gran participación dentro de los ingresos para el Estado. Sin embargo, a nivel internacional, a partir del inicio de la década de 2010 se suscitó un aumento en la importancia del gas natural y poco a poco ha generado en México un tema de conversación cada vez más relevante.

En este sentido, previo a la reforma energética de 2013 (México, Gobierno de la República, 2013), la inversión no se podía separar por tipo de hidrocarburo y realizar un análisis sobre el gas natural que funge como el centro de esta investigación, sino que únicamente se trataba de la inversión total realizada en Petróleos Mexicanos (Pemex), el cual actuaba como único gestor en materia de estos, abarcando desde el proceso de exploración, extracción, transformación, refinado del hidrocarburo y sus derivados hasta la comercialización de los mismos con lo cual era sumamente difícil encontrar la diferenciación en las inversiones realizadas a lo largo de la cadena productiva de Pemex.

Aunado a esto, el declive natural de los yacimientos de hidrocarburos generó una caída significativa en la producción de estos, de los cuales se hace énfasis en el petróleo ya que era el principal y más importante para Pemex, como en el caso de Cantarell, entre otros, con lo que poco a poco se dio una situación bastante preocupante para la producción de barriles diarios de petróleo (como se muestran en la gráfica 1.2). A pesar de la caída en la producción el hecho de tener algunos periodos en la década del 2000 al 2010 con el barril cercano o mayor a los 80 dólares permitía mitigar el impacto en las finanzas de la entonces paraestatal, evitando que cayeran estas de manera precipitada y enfatizando la inquietud en la economía mexicana.

Gráfica 1.2: México: Producción de Petróleo Crudo 1978-2015



Sin embargo, dentro de esta década y con el inicio del auge del Shale gas en Estados Unidos, permitió que se cimentara un camino donde se le diera un centro en la importancia de los hidrocarburos y la prevención que debe tenerse a futuro con respecto a que grandes yacimientos comiencen a agotarse culminando con una reforma que replantearía por completo la manera en que se percibía el mercado de hidrocarburos mexicano.

1.3 Rondas México

Para poder mejorar el entendimiento de la evolución en el entendimiento de las inversiones para los hidrocarburos en el sector energético en los últimos años y, por ende el gas natural, resulta necesario hablar de Rondas México junto con el impacto que ha tenido a través de los contratos que se promovieron para licitar las diferentes áreas y campos de hidrocarburos.

En principio Rondas México es:

Portal web en donde la Comisión Nacional de Hidrocarburos da a conocer toda la información relacionada con la administración técnica y supervisión de los Contratos de Exploración y Extracción de Hidrocarburos conforme el avance del proyecto. Asimismo, todos los interesados pueden conocer los procesos de licitación en materia de hidrocarburos, tanto de las licitaciones que buscan seleccionar a socios para la empresa productiva del Estado (Asociaciones Estratégicas), como de la adjudicación de Contratos para la Exploración y/o Extracción de Hidrocarburos (Rondas México, 2022).

Si bien, Rondas México es el portal web predilecto de recolección de información, las Rondas por sí mismas son una serie de licitaciones para celebrar contratos denominados Contrato para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos, con los cuales se otorgan permisos a privadas en los yacimientos pertenecientes al Estado. Las Rondas se han dividido en 5: Ronda 1 (con 4 series de licitaciones de 38 contratos), Ronda 2 (con 4 series de licitaciones de 50 contratos), Ronda 3 (con 1 serie de licitación de 16 contratos), 1 Ronda de Migración (5 contratos) y 1 Ronda de Asociaciones (3 contratos). Para el caso de las migraciones se celebraron exclusivamente con Pemex y para las asociaciones, se encuentran en poder de Pemex con uno o más socios.

Las diferentes licitaciones, cuentan con 4 modalidades de contratos:

- a) Licencia: Consiste en el otorgamiento de derechos exclusivos a una empresa o individuo para explorar y/o explotar los hidrocarburos existentes en el área sujeta a la concesión, estos derechos incluyen la propiedad de los recursos producidos, desde el momento en que salen de la boca del pozo. Como contraprestación, el concesionario proporciona al Estado una regalía en efectivo o especie.
- b) Producción Compartida: El contratista tiene derecho a una contraprestación en especie, pactada en el contrato, a manera de un porcentaje de la producción comercial. Lo que genera el CPC a favor del contratista es un derecho de crédito oponible contra el Estado contratante, consistente en un porcentaje de la producción. Este pago es de origen convencional y no

confiere al contratista derecho alguno sobre los recursos en el subsuelo, ni en la boca del pozo.

- c) Utilidad Compartida: Al contratista se le retribuye con el equivalente en efectivo de un porcentaje de la producción. Si hay producción comercial, la empresa es reembolsada por su inversión y pagada por sus servicios en efectivo, el cual es la nota distintiva entre los CPC y los Contratos de Riesgo. Una diferencia significativa con la modalidad de producción compartida es que se trata de un contrato con mayor riesgo, ya que requiere de la existencia de utilidades para beneficiar al contratado, mientras que en producción compartida se puede remunerar en especie.
- d) Servicios: Al contratista se le paga por un servicio prestado, sin que la contraprestación se encuentre ligada a la producción. Estos contratos fueron pensados originalmente para empresas que ni desean ni pueden tener la responsabilidad primaria y total de un proyecto, se trata de empresas de servicio que por no dedicarse al comercio del crudo ni de sus derivados.

Estas diferentes modalidades de contratos público/privados permiten un mejor margen de maniobra al Estado para obtener los servicios requeridos por parte de los privados y asignar a Pemex los contratos con una mayor rentabilidad o producción a fin de garantizar que el Estado cuente con los mejores yacimientos y que no queden en manos de privados, lo que trae como consecuencia en una mitigación del riesgo para el Estado.

Una gran ventaja respecto al pasado cuando se le permitió la participación de empresas privadas, es que el Estado no pierde en ningún momento la propiedad de los yacimientos ni de los hidrocarburos como lo dicta el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

[...] Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la

industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional. [...] En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, [...] (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2021)

Los contratos promovidos en las Rondas manifestaban que los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación, esto permitió que se diera la entrada a los privados y que éstos pudiesen participar en toda la cadena de los hidrocarburos, sin que el Estado perdiera la propiedad de los mismos y además evitar que existiese un monopolio privado que concentrara una mayor participación que Pemex y poner en riesgo al Estado.

Dicho suceso comenzó en el momento en que Pemex no contaba con los recursos suficientes para llevar a cabo todas las operaciones necesarias con el presupuesto que se le asignaba, de la misma forma, los estados financieros de la empresa paraestatal (hoy en día Empresa Productiva del Estado o EPE), contaba con unas cifras alarmantes en el tema administrativo; es por ello que al incluir al capital privado a lo largo de la cadena de los hidrocarburos se tenían los siguientes objetivos: i) atraer mayor inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país, ii) contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios y, iii) fortalecer la administración de los ingresos petroleros e impulsar el ahorro de largo plazo.

El cambio que se dio en materia energética trajo consigo un marco legislativo crucial, toda vez que, con motivo de la reforma, se creó el Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo (FMP) en diciembre de 2013. Este mismo divide sus principales funciones en tres (Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, 2021):

- 1) Administración de ingresos petroleros ya que este cuenta con la obligación de recibir los recursos de Pemex y demás empresas encargadas de la exploración y extracción de hidrocarburos para posteriormente, transferirlos al Estado en los plazos y cantidades determinadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público
- 2) Administración financiera de los Contratos de exploración y extracción de hidrocarburos, toda vez que este se asegura que el monto que le corresponde al Estado y a los contratistas por la extracción y venta de hidrocarburos es correcto. Para lo anterior, realiza los cálculos a partir de información que ambas partes proporcionan, dando así certeza de que los pagos han sido estimados de forma independiente e imparcial por un tercero ajeno al contrato
- 3) Administración de la Reserva a Largo Plazo. Constituye y administra esta Reserva con la finalidad de brindar seguridad y mayor estabilidad en las finanzas públicas, además de beneficiar a las futuras generaciones de México con un ahorro a largo plazo

La importancia del FMP es notoria desde la Ley de Ingresos Sobre Hidrocarburos (LISH) donde establecen que los ingresos que se perciban por Contrato o por Asignación serán recibidos por el mismo, de igual manera el FMP tiene una importante incidencia para la contratación de comercializadores de hidrocarburos ya que el comercializador es solicitado por ellos a la Comisión Nacional de Hidrocarburos quién será la encargada de contratarlo.

De igual manera se le otorgó una mayor relevancia a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) ya que a pesar de haber sido creada en 2008 y contar con autonomía para regular y supervisar la exploración y extracción de hidrocarburos,

con la reforma de 2013 aumentó su participación, puesto que a través de esta dependencia se celebran los Contratos para la Exploración y en las Asignaciones es la encargada de aprobar los planes de Exploración y de desarrollo para la Extracción, incluyendo las modificaciones que estos sufran. Aunado a diversas obligaciones que se le adjudicaron en materia de opiniones favorables y apoyo técnico para la Secretaría de Energía, provocó que la CNH adquiriese un papel crucial dentro del sector energético.

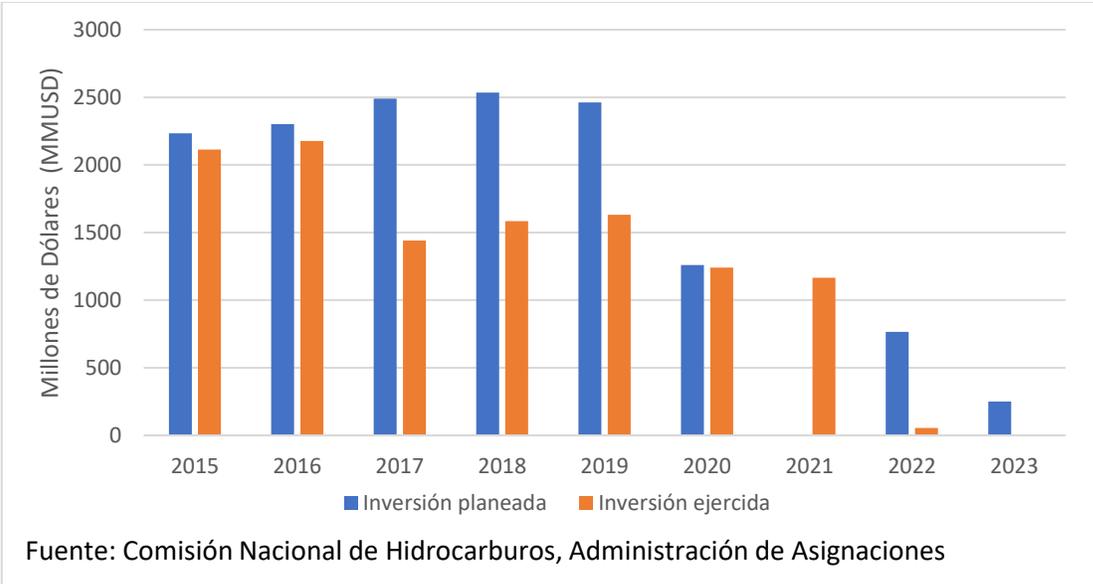
Por otra parte, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) nació desde 1993 y ha sufrido cambios sustanciales a lo largo del tiempo, pero al llegar el año de 2013, se consolidó con autonomía técnica operativa y de gestión al tener bajo su cargo las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, licuefacción y regasificación, así como el expendio al público de petróleo, gas natural, gas licuado de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.

El dotar a estos Órganos de gobierno con mayores facultades ha permitido una mejora para identificar los problemas que existen en el sector energético y es gracias a esta división del trabajo y análisis del sector energético que es posible encontrar datos específicos referentes a la inversión realizada en gas natural a diferencia del pasado cuando solamente se podía dar una lectura a la inversión realizada en Pemex.

En primera instancia es necesario notar que la CNH provee datos que permiten comparar la inversión en exploración planeada y la ejercida (gráfica 1.3) de 2015 a 2021. Se observa que en 2015 se comenzó de manera significativa con las inversiones planeada y ejercida casi a la par, siendo prácticamente 100 millones de USD menos la inversión ejercida a la planeada; pero para 2017 cayó drásticamente la inversión ejercida en comparación a la planeada en ese mismo año con una diferencia de poco más de 1,000 millones de USD. Pero a pesar de mostrar una recuperación en el ejercicio de la inversión en 2018 y 2019, para 2020 ha caído de manera significativa y, si bien, se muestra el impacto de SARS-Cov2 (Covid 19) en 2020 y 2021, la planeación de la inversión para 2022 y 2023 debería centrarse en

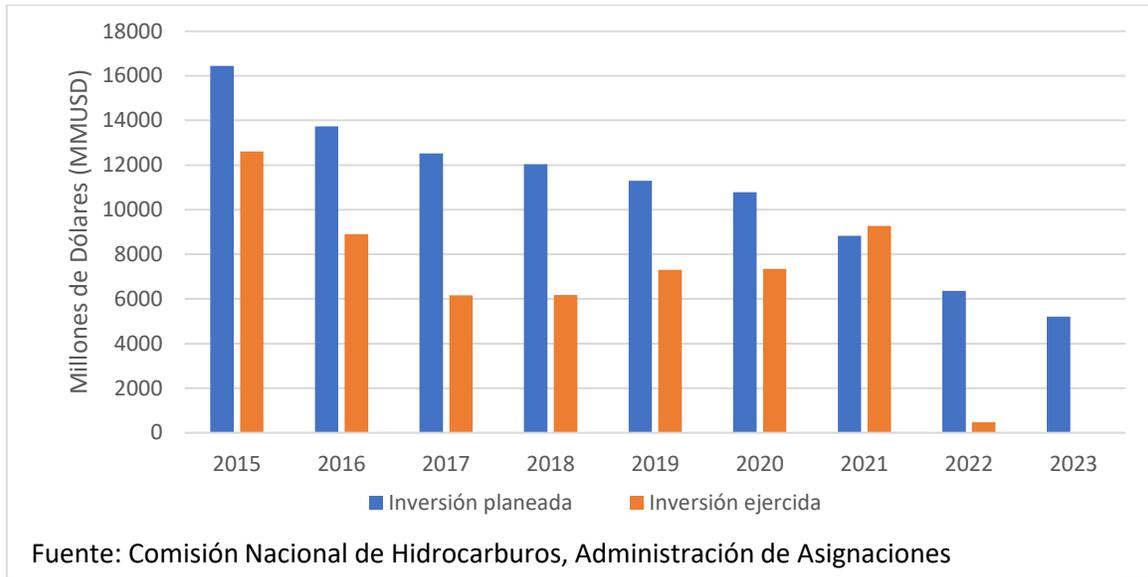
repuntar, debido a la necesidad planteada para permitir una transición energética que dependa en su mayoría de la producción nacional.

Gráfica 1.3: México: Inversión en Exploración 2015-2023



Ahora, para el caso de inversión en Extracción para el mismo periodo se aprecia en 2015 (gráfica 1.4) se da una gran diferencia toda vez que la inversión ejercida se quedó casi 4,000 millones de USD por debajo de lo planeado e incluso para 2016 se agravó la situación se agravó con alcanzar casi 5,000 millones de USD de diferencia entra lo planeado y lo ejercido cayendo al punto que para 2017 y 2018 la inversión ejercida fue muy similar y muy por debajo de lo esperado. Pero también es cierto que en el caso de la Extracción existe un mayor número de variables a tomar en cuenta dado que dependiendo del tipo de yacimiento se pueden dar las condiciones para que este sea más rentable de lo esperado e incluso necesite una menor cantidad para invertir en él. En cambio, a partir de 2019 se aprecia un cambio de tendencia al aumentar la cantidad de inversión ejercida donde incluso para 2020 en pleno apogeo de la Covid-19 fue casi la misma cantidad de inversión ejercida que en 2019 y con un cambio significativo para 2021 invirtiendo casi 500 millones de USD de lo planeado para ese año como señal para el comienzo de la recuperación.

Gráfica 1.4: México: Inversión en Extracción 2015-2023



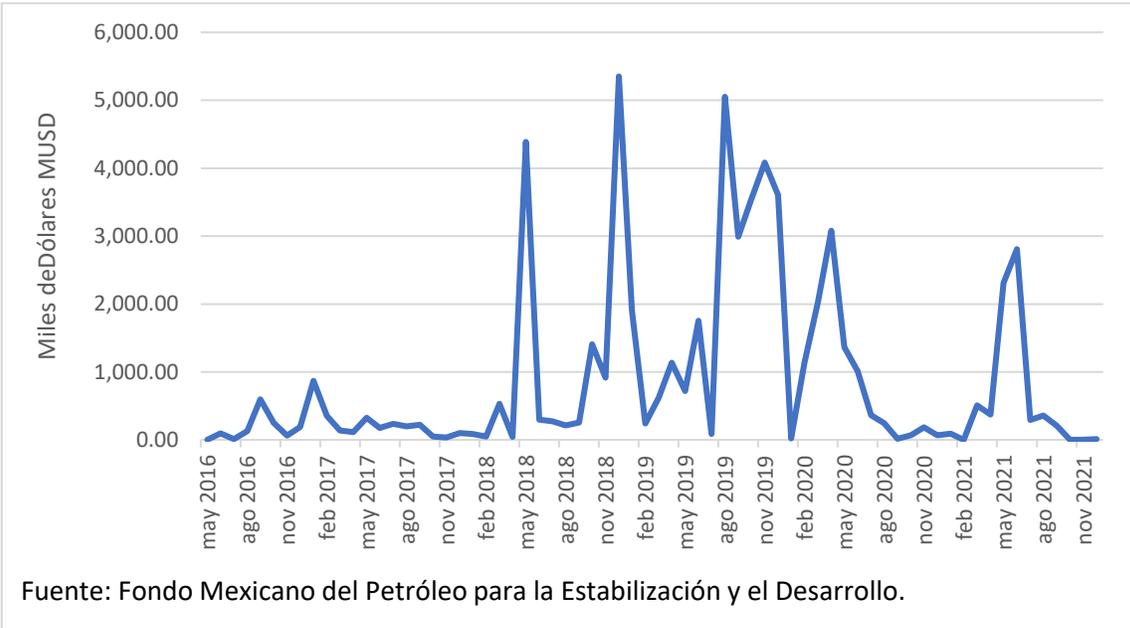
Un escenario favorable nacional para la transición energética se mostraría en un aumento en la inversión planeada por privados y apoyada por el gobierno, para generar un impacto positivo y procurando escenarios de certidumbre para las empresas que generen un mejor aprovechamiento de las reservas existentes y su explotación, sin dejar de lado los ingresos sustanciales para el Estado. Con este enfoque más agresivo en favor del gas natural permitiría mejorar las condiciones actuales en temas energéticos impactando directamente en las importaciones de gas y, de ser un escenario propenso a la inversión nacional, impactaría en los precios del gas natural.

Como se mencionó previamente, la reforma trajo un mejor desglose de la información y a través del FMP es posible conocer los gastos y sus dos divisiones en capital (Capital Expenditure Capex) y operacional (Operational Expenditures Opex) de los contratos vigentes registrados ante la CNH; de los cuales únicamente 15 yacimientos producen gas natural no asociado.

En la gráfica 1.5 se observa la cantidad en millones de dólares destinados al Capex en los también denominados Contratos de Servicios Integrales para la Exploración y Extracción (CSIEE) pertenecientes a la CNH con información del FMP. Dentro de la gráfica es visible que no es una cantidad sustancial invertida para los contratos y,

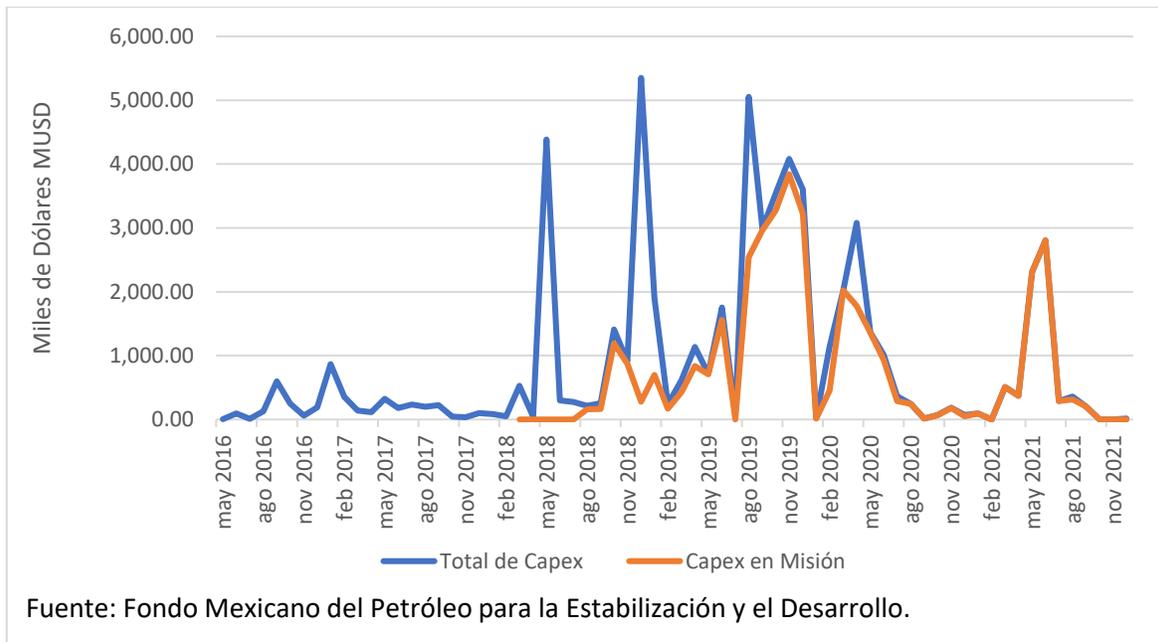
en adición a la misma, sólo dos veces se han superado los 5 millones de USD en un total de 15 contratos, siendo comprensible que el último periodo fuese previo a los estragos provocados por el Covid-19; sin embargo resulta profundamente preocupante que en febrero de 2021, en plena etapa de recuperación y menores restricciones sanitarias se diera un Capex de 0 dólares en dicho periodo, aun cuando en todo 2020, existió una inversión, incluso en septiembre que fue el mes más bajo se realizó una inversión por un monto de \$14,586 USD.

Gráfica 1.5: México: Capex CSIEE de Gas Natural 2016-2021.



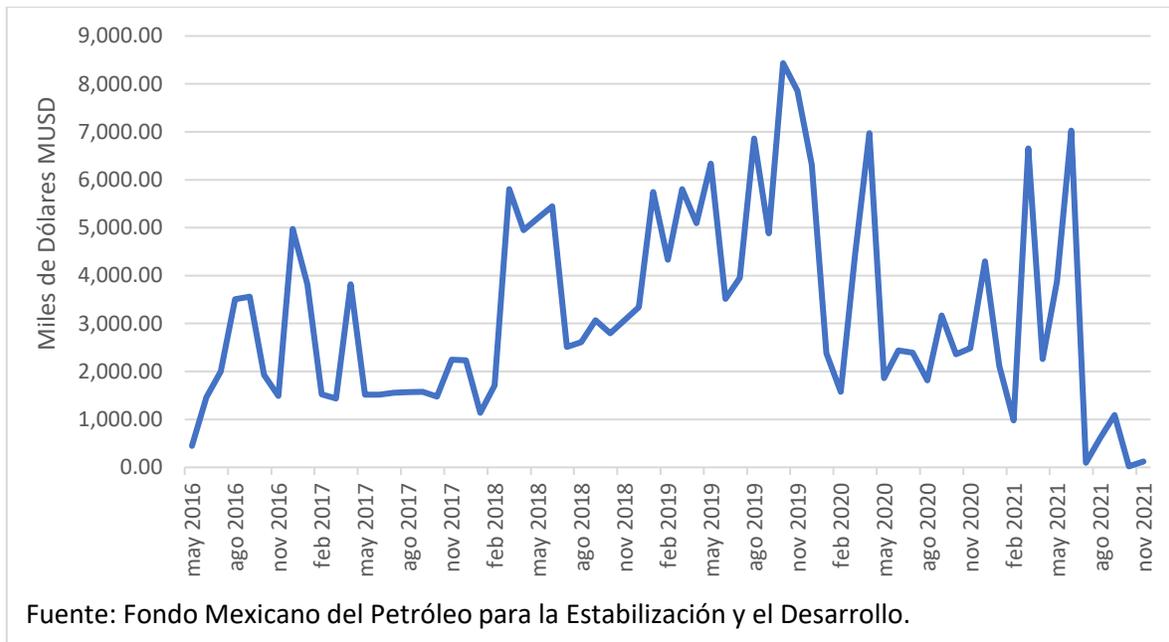
Dentro de los 15 contratos que producen gas natural no asociado, el área contractual de Misión se trata de un caso especial y destacado, ya que desde que se tienen registros de Capex en dicho contrato, conforme pasa el tiempo, la inversión en activos fijos, se denota cada vez más relacionada a los aumentos y disminuciones en Misión, tal como se aprecia en la gráfica 1.6, generando aún más inquietudes a lo expuesto anteriormente y agravando la situación del resto de contratos productores de gas natural, en especial al enfocarse desde el periodo de mayo de 2020 donde claramente el Capex de dicha área contractual cubre casi en su totalidad el Capex de los 15 contratos y que no mantienen un nivel estable de inversión.

Gráfica 1.6: México: Capex de CSIEE de Gas Natural vs Misión 2016-2021.



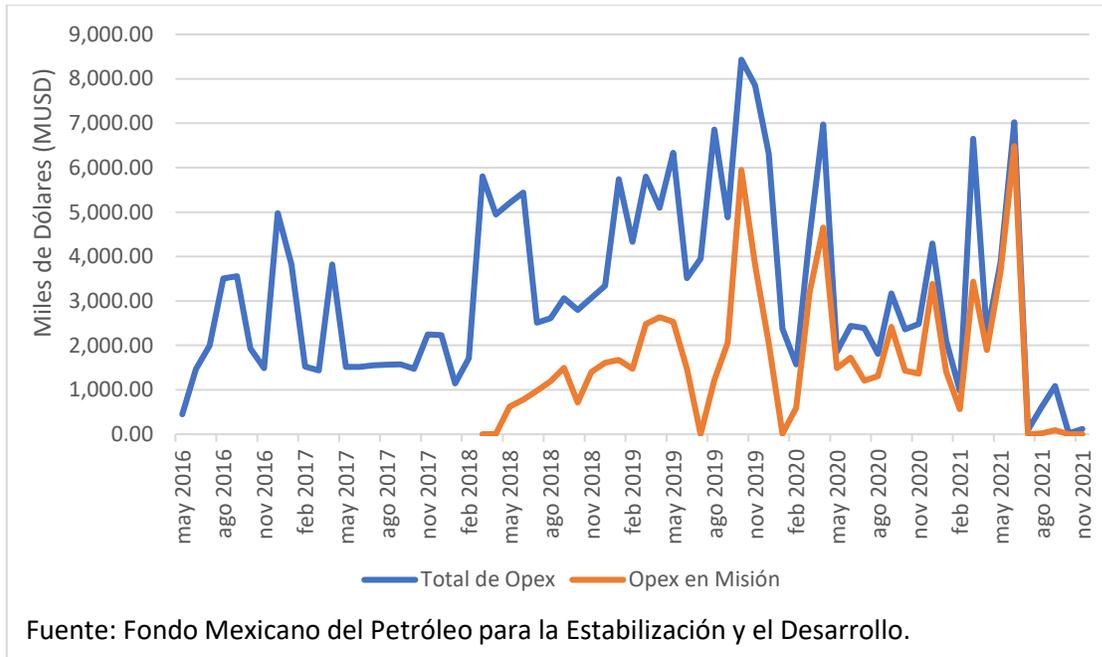
El otro componente fundamental para la totalidad de la inversión es el Opex, en el que se centran los costos para llevar a cabo las actividades en las áreas contractuales, también conocido como costo operativo. Se ha dado un incremento lento en los picos de Opex en los contratos productores de gas natural, como se aprecia en la gráfica 1.7, alcanzando un máximo de \$8,432 MUSD en noviembre de 2019. Tomando en cuenta la injerencia negativa del Covid-19 desde finales de marzo de 2020 el Opex no alcanzó sus niveles más bajos en dicho año, ya que el periodo más corto fue en agosto con \$1,811 MUSD. Pero los primeros dos meses de 2021 se observaba una inquietantemente baja al Opex que rápidamente subía en el tercer mes; pero desde el segundo semestre de 2021 se ha dado una caída inquietante respecto del Opex toda vez que ha alcanzado sus puntos mínimos, incluso mucho menores que en el inicio de Rondas México en 2016.

Gráfica 1.7: México: Opex de CSIEE de Gas Natural 2016-2021.



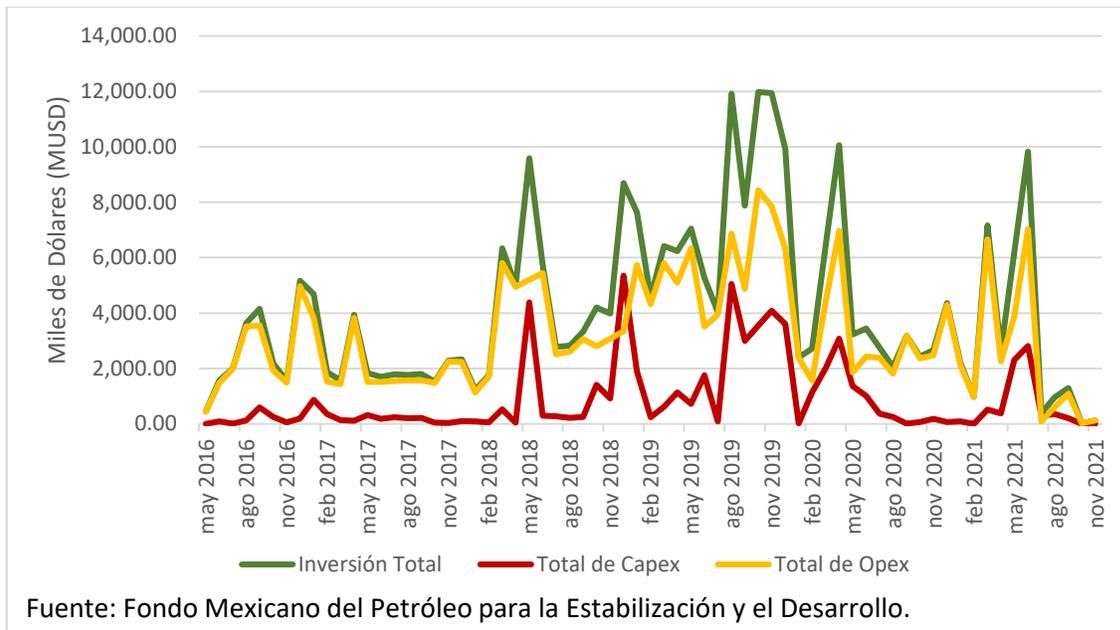
Es importante apreciar que el área contractual de Misión tiene un efecto muy similar en el Capex y Opex en el resto de los contratos, puesto que, cuando comienza el Opex dirigido a Misión, inmediatamente se vuelve un porcentaje alto de la totalidad de costos operativos cada periodo y es sólo hasta finales de 2021 que no tiene tanta participación en el total de Opex, pero es justo en estos meses que la cantidad dirigida a los costos operativos es inclusive menor que al inicio de Rondas México; indicando que los demás contratos no reciben tanta relevancia.

Gráfica 1.8: México: Opex de CSIEE de Gas Natural vs Misión 2016-2021.



Para una mejor claridad se muestra la gráfica 1.9 que junta la inversión total, el Capex y Opex de los 15 contratos de las áreas con yacimientos de gas natural donde hasta mediados de 2018 el Opex tenía la casi la totalidad de la participación de inversión, pero en 2018 la presencia del Capex mejoraba hasta abril de 2020 con la llegada de la pandemia del Covid-19 que trajo un retroceso importante. La inversión total ha estado recuperando un poco del terreno perdido durante la mayoría del 2020, sin embargo, debido a la alta incidencia del Opex, sufre de caídas muy similares que se vuelven muy significativas en la segunda mitad del 2021.

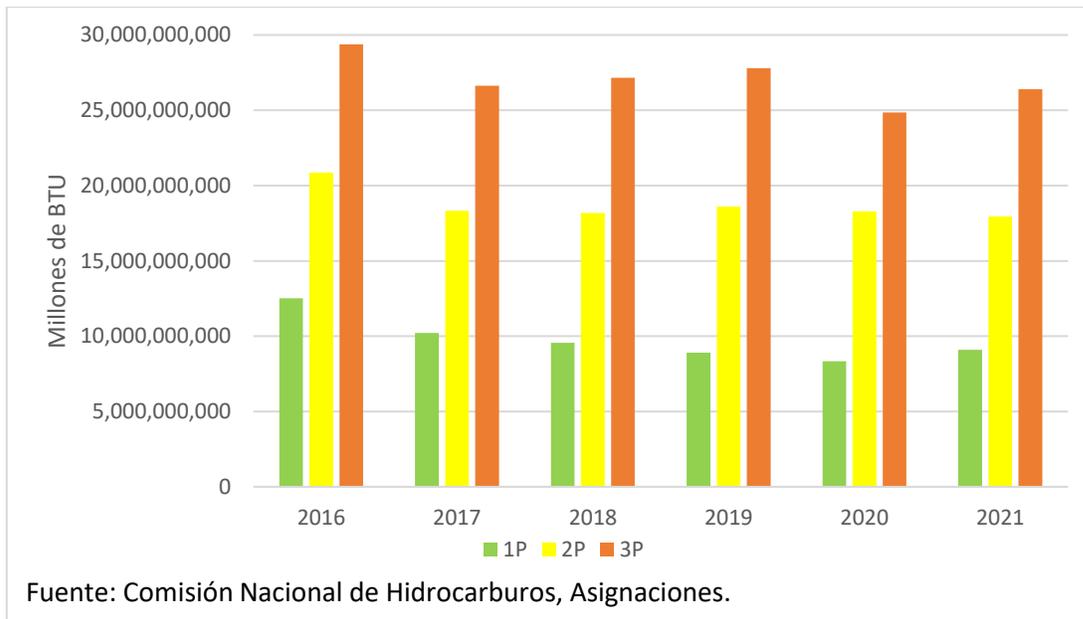
Gráfica 1.9: México: Total de Inversión, Capex y Opex 2016-2021.



De acuerdo con las reservas de gas mostradas por la CNH en la gráfica 1.10, se denota que no han tenido una disminución significativa y, de invertir en estas, podrían aumentar, mejorando la inversión en exploración hasta 2028, para centrarse en su explotación y optimizar la vida útil de los campos y yacimientos, ya que el gas natural es de suma importancia en el sector de generación energética y poder calorífico. Aunque también es cierto que de la suma total de las reservas pertenecientes a gas, es necesario desglosar la cantidad perteneciente a gas natural no asociado. Además, es fundamental tomar en cuenta que resultaría benéfico para la meta en 2050 de cero emisiones de efecto invernadero con un apoyo considerable por parte del gobierno mexicano.

Al considerar que las inversiones planeadas en extracción por la CNH han tenido una tendencia a la baja previo a la presencia del Covid-19 y que, para 2022, no se ha invertido dicha tendencia a pesar de encontrarse en un esperado periodo de recuperación, se vuelve un escenario complicado esperar que la inversión total en las áreas contractuales mejore en el corto plazo.

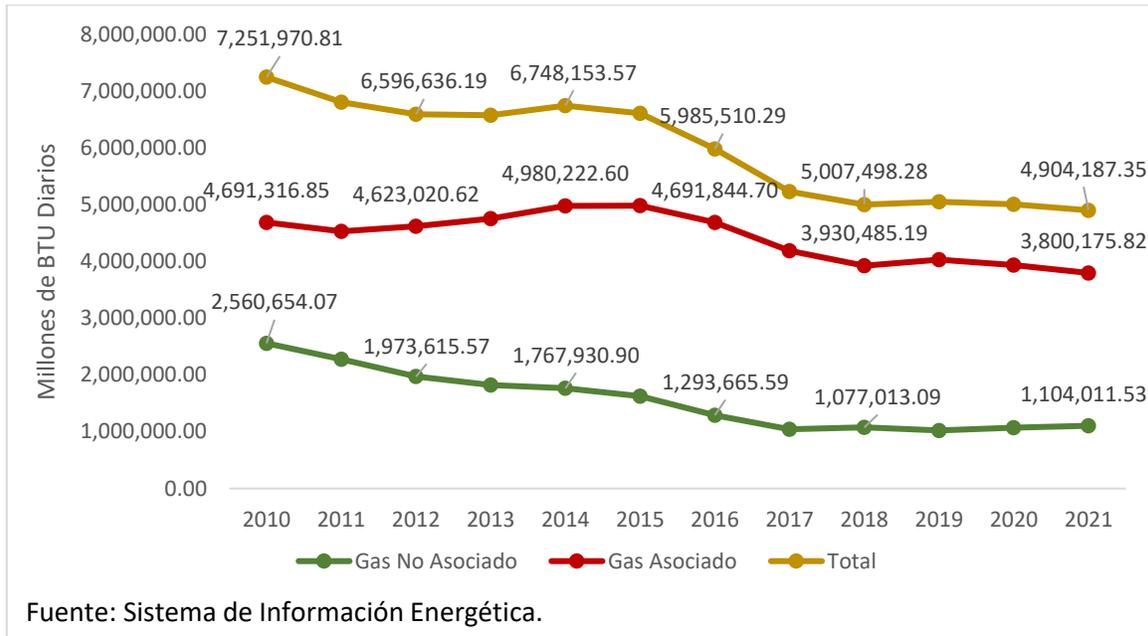
Gráfica 1.10: México: Reservas de Gas 2016-2021.



1.4 Producción Actual

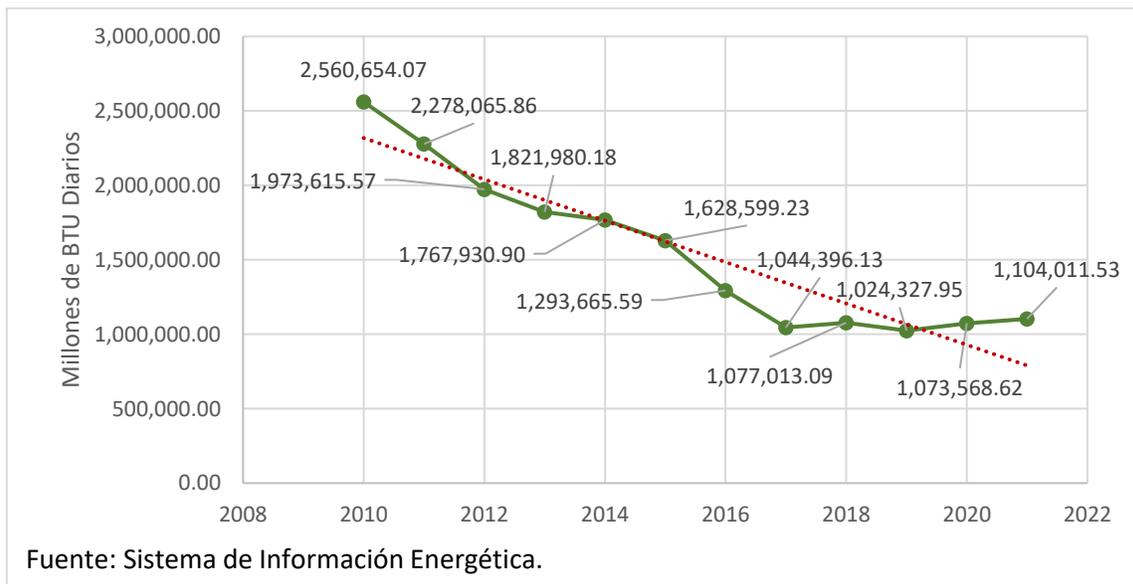
La producción nacional actual de gas natural se encuentra en un estado crítico al caer de manera significativa en la última década como lo muestra la gráfica 1.11, tanto el gas asociado, como el no asociado han mostrado una alarmante baja que ha sido cubierta con importaciones, reduciéndose el total de la producción nacional en más de 2,000,000 millones de BTU, es decir, más de 2,000 millones de pies cúbicos diarios.

Gráfica 1.11: México: Producción de Gas 2010-2021.



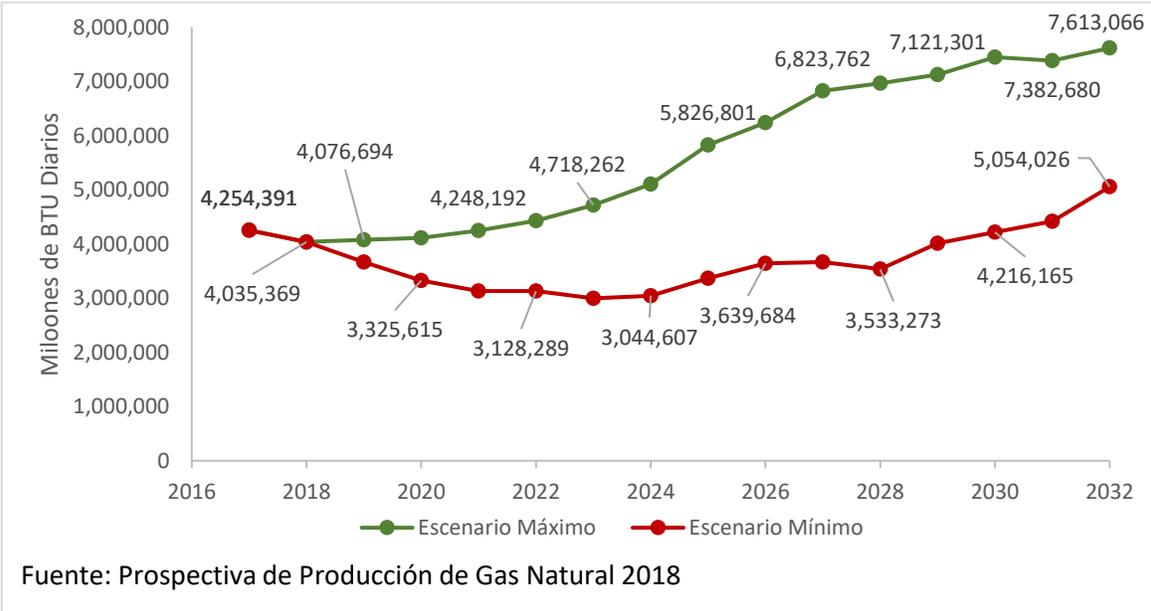
Aunado a esto, la producción nacional de gas natural no asociado tiene una baja desde años anteriores sin mostrar mejoras hasta este 2021 con un pequeño repunte como se muestra en la última prospectiva ofrecida por el gobierno en 2018, y que se refleja de una manera más clara en la gráfica 1.12, sin dejar de lado que la línea de tendencia claramente se encuentra a la baja con un último resultado apenas por encima de los 1,000,000 millones de BTU diarios de gas no asociado.

Gráfica 1.12: México: Producción de Gas No Asociado 2010-2021.



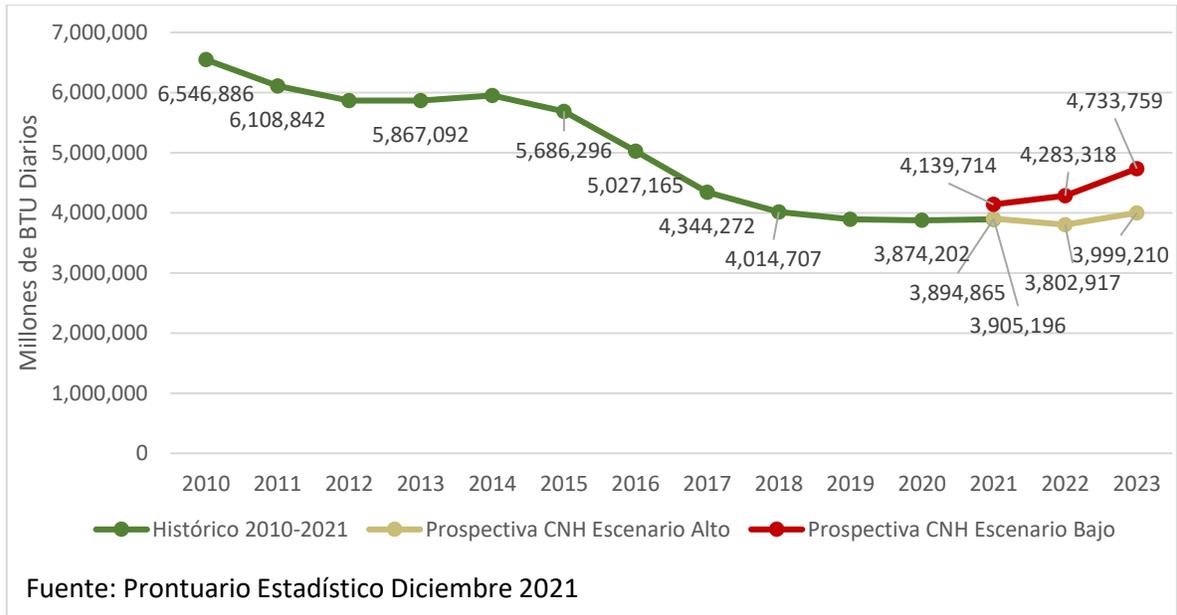
En el marco de las perspectivas de producción, el último ofrecido para el gas natural se encuentra en 2018 (gráfica 1.13), con un escenario previo a la pandemia provocada por la Covid-19, cuya eficiencia se ve claramente afectada y no puede tomarse como un pronóstico tenga una alta eficiencia, dejando un vacío en las perspectivas generadas por el gobierno actual para una mejor noción de lo que a futuro se espera de la producción nacional.

Gráfica 1.13: México: Prospectiva de Producción de Gas Natural 2018-2032.



Sin embargo, gracias a los informes de los prontuarios estadísticos realizados cada mes y publicados cada trimestre, es posible conocer los estimados que tiene el gobierno a mediano plazo (gráfica 1.14), donde es notorio que el escenario que más se asemeja a los acontecimientos para el periodo de diciembre de 2021, con datos promedio de enero a noviembre de 2021, es el bajo. Por lo anterior, no resulta un escenario prometedor o favorable en torno a la producción actual de gas natural no asociado.

Gráfica 1.14: México: Oferta de Gas Natural 2010-2023.



1.5 Cierre de Capítulo

El panorama actual de inversión en gas natural no asociado es muy complejo debido a que del total de contratos hay uno sustancial como lo es Misión, mientras que los demás no cuentan con lo esperado y si bien esta área contractual aún tiene años por delante donde pueda ser explotada, deben realizarse trabajos y cuidados en este para que no sea un caso parecido a Cantarell y se explore y explote una mayor cantidad de yacimientos de gas natural para disminuir la dependencia en aumento a unas sola zona.

La producción no se encuentra en los niveles deseados y el hecho de que la producción actual se acerca más al pronóstico del escenario bajo, eleva las preocupaciones para este hidrocarburo y con los planes que se tienen a futuro si no se permite una mayor inversión en exploración, ya sea mediante contratos por asignaciones a Pemex o a privados. Con lo cual los años por venir se vuelven fundamentales para que México aproveche el gas natural como una forma de transición energética para aminorar el impacto que se pueda dar al medio ambiente en el futuro y, a su vez, apoyar energías limpias que mejoren la situación actual en cuanto al cambio climático.

Referencias

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (21 de Mayo de 2021). *Ley de Hidrocarburos*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_200521.pdf
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (28 de Mayo de 2021). *Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (29 de Enero de 2021). *¿Qué es el Fondo Mexicano del Petróleo?* Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/#:~:text=20%20de%20diciembre%20de%202013,el%20contrato%20constitutivo%20del%20Fideicomiso>
- International Energy Agency. (2021). *Net Zero by 2050*. Paris: International Energy Agency.
- México, Gobierno de la República. (2013). *Reforma Energética Resumen Ejecutivo*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11_1_.pdf
- Rondas México. (17 de Enero de 2022). *¿Qué es Rondas México?* Obtenido de <https://rondasmexico.gob.mx/esp/qu%C3%A9-es-rondas-m%C3%A9xico/>
- Secretaría de Energía. (2015). *Glosario de Términos Petroleros*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/8317/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PETROLEROS_2015.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente. (Enero de 2022). *Cambio Climático Lo que debes saber*. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/cambioclimatico.pdf>
- Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *Yacimientos petroleros*. Obtenido de

https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Yacimientos-petroleros.html

Referencias de Figuras

Gráfica 1.1. Secretaría de Energía. (29 de Mayo de 2021). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=applyOptions>

Gráfica 1.10. Comisión Nacional de Hidrocarburos. (Marzo de 2022). *CNH, Asignaciones*. Obtenido de <https://asignaciones.hidrocarburos.gob.mx/?tab=reser>

Gráfica 1.11. Secretaría de Energía. (Enero de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXB2C04>

Gráfica 1.12. Secretaría de Energía. (Enero de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXB2C04>

Gráfica 1.13. Secretaría de Energía. (2018). *Prospectiva de Gas Natural 2018-2032*. Obtenido de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PNG_18_32_F.pdf pp. 71

Gráfica 1.14. Secretaría de Energía. (2021). *Prontuario Estadístico Diciembre 2021*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/692500/Prontuario_diciembre_2021.pdf pp. 18

Gráfica 1.2. Comisión Nacional de Hidrocarburos. (Enero de 2021). *Centro Nacional de Información de Hidrocarburos*. Obtenido de <https://produccion.hidrocarburos.gob.mx/#>

Gráfica 1.3. Comisión Nacional de Hidrocarburos. (Marzo de 2022). *CNH Asignaciones*. Obtenido de <https://asignaciones.hidrocarburos.gob.mx/?tab=inv>

Gráfica 1.4. Comisión Nacional de Hidrocarburos. (29 de Marzo de 2022). *CNH Asignaciones*. Obtenido de <https://asignaciones.hidrocarburos.gob.mx/?tab=inv>

Gráfica 1.5. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/contratos-produccion-compar.html>

Gráfica 1.6. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (5 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/contratos-produccion-compar.html>

Gráfica 1.7. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (7 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/contratos-produccion-compar.html>

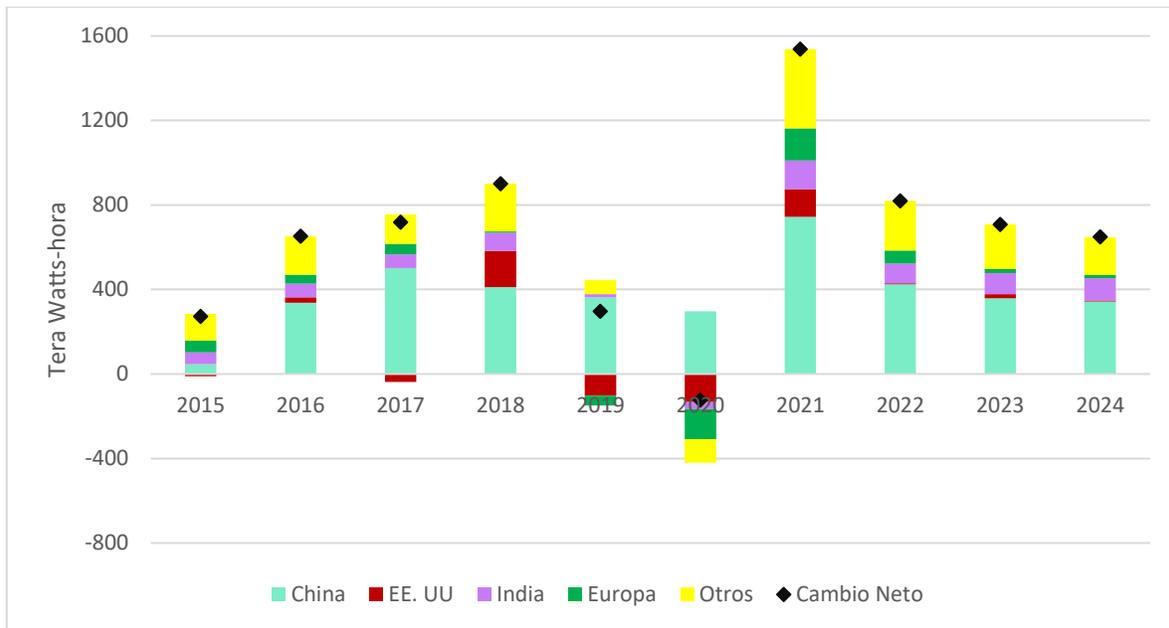
Gráfica 1.8. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (9 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/contratos-produccion-compar.html>

Gráfica 1.9. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (12 de Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/inicio.html>

2. Transición Energética y Gas Natural

A nivel mundial, la necesidad por una mayor cantidad de energía es cada vez más notoria, ya que las revoluciones tecnológicas, el crecimiento poblacional y la expansión urbana han provocado que la demanda energética se vea acelerada en los últimos tiempos. Pero el hecho de extender la red eléctrica provoca que la contaminación generada crezca a la par y, en algunos casos, la concentración de la polución se vuelve perceptiblemente alarmante. En muchas otras regiones pareciese que la calidad ambiental se encontrase en óptimas condiciones, lo cual impide una lectura homogénea; esto a pesar de que la contaminación en zonas altamente urbanizadas y generadoras de energía a través del uso de combustibles fósiles es altamente perceptible. Tan sólo de 2015 a 2016 la demanda eléctrica tuvo un aumento de casi 400 Tera Watts-hora; con una tendencia al alza en los 2 años siguientes, aunque fuese un aumento mucho menor en comparación al acontecido de 2015 a 2016. En 2019, la demanda energética de EE. UU y Europa tuvieron una disminución significativa que generó una caída notoria hasta números negativos, esto explicado por medidas en la generación eléctrica que trajeron una alta eficiencia que pudiese contrarrestar el aumento de la necesidad eléctrica. En 2020 con la emergencia del Covid-19, conllevó a una caída en la cantidad requerida de energía a nivel internacional dadas las restricciones sanitarias empleadas por los distintos gobiernos; de igual manera para el 2021 con la reapertura de industrias y establecimientos, así como un relajamiento en las restricciones generadas por la pandemia, trajeron como consecuencia un aumento cercano a los 1,500 Tera Watts-hora en la demanda eléctrica (gráfica 2.1). Para 2022 en adelante la IEA espera que se retome una demanda eléctrica similar a los niveles prepandémicos y que año tras año disminuya la misma con ayuda de las mejoras en la industria que alcancen aún más eficiencia y que esta llegue a un mayor número de países.

Gráfica 2.1: Cambios en la demanda mundial eléctrica, 2015-2024.



Bajo este escenario, diversos países han buscado la manera de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel internacional, donde gran parte de estos se generan a partir de la quema de hidrocarburos como lo son el petróleo, el gas natural, los condensados y el carbón. Esto ha tenido como consecuencia una emergencia por mejorar la calidad del medio ambiente y desacelerar el calentamiento global, provocando la búsqueda de alternativas para la generación de energética con un menor impacto para la sociedad.

La contaminación y su impacto han tomado tal relevancia que, inclusive la IEA lleva a cabo el “*Net Zero 2050*” (International Energy Agency, 2021), un informe en el cual se realiza un análisis interesante que enfrenta tres escenarios de manera directa y sus posibles consecuencias en el plan para 2050; dichos escenarios son las políticas actuales, un escenario con políticas estatales favorables y el escenario de cero emisiones, el cual muestra los cambios necesarios y rápidamente requeridos en dicho escenario. El panorama actual ha provocado que un mayor número de países que se sumen a la iniciativa para llegar a la meta de generar 0 emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la generación eléctrica para 2050. Si bien existen diversas fuentes de energía limpias y renovables, aún queda un largo camino por recorrer en una gran cantidad de países y sobre todo en

economías subdesarrolladas, por lo cual el escenario actual no luce prometedor como se muestra a lo largo del capítulo. No obstante, la transición puede apoyarse de un hidrocarburo como el gas natural, que a pesar de que pudiese parecer irónico al tratarse de un combustible fósil, este puede fungir como un eje que significativamente disminuya la contaminación y ayude al impulso de las energías renovables gracias a sus propiedades.

2.1 Gas natural e impacto ambiental

Si bien es innegable que todos los hidrocarburos tienen un impacto significativo sobre el medio ambiente, ya que desde su proceso de extracción y a lo largo de su cadena productiva, por lo que en caso de no ser extraídos y almacenados de forma correcta pueden tener grandes efectos adversos para los océanos y el medio ambiente; resulta necesario destacar que estos continúan siendo la principal fuente para la generación de energía en el mundo debido a su gran eficiencia diversos sectores, esto aunado a que el proceso de transición hacia energías limpias y renovables requiere de desarrollo e inversión en infraestructura.

Para poder conocer los beneficios que tiene la utilización del gas natural a pesar de ser un hidrocarburo, es imprescindible mostrar la información que recaba la EIA al ilustrar que el carbón genera 0.88 kilovatios hora por libra, mientras que el petróleo genera 12.76 kilovatios hora por galón y el gas natural 0.13 kilovatios hora por pie cúbico. Si bien el gas natural y el petróleo encuentran sus medidas en el volumen y el carbón en masa, el gas natural destaca al centralizar la atención en la comparación de liberación de gases de efecto invernadero. Al enfrentar el petróleo y el carbón, con gas natural, este último genera entre 30% y 25% menos dióxido de carbono (CO_2) que el petróleo y casi 50% menos que el carbón y, a diferencia de estos dos, prácticamente no genera azufre (SO_2) como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Emisiones de Gas Natural, Petróleo y Carbón

Emisiones de Gas Natural vs Petróleo y Carbón (libras/MMMBTU)					
Contaminante	Gas Natural	Petróleo	Carbón	Gas Nat/ Petróleo	Gas Nat/ Carbón
Dióxido de Carbono (CO2)	117,000	164,000	208,000	71%	56%
Óxido Nitroso (N2O)	92	448	457	21%	20%
Azufre (SO2)	0.6	1122	2591	0.05%	0.02%
Partículas PM10 y PM2.5	7	84	2744	8.33%	0.26%

Fuente: U.S. Energy Information Administration

En la tabla 2.2 obtenida de la EIA, se profundiza sobre las diferencias en emisiones de dióxido de carbono, pero centradas en la generación eléctrica para clarificar la eficiencia en materia ambiental por parte del gas natural.

Tabla 2.2: EE. UU: Utilidad Eléctrica y Generación eléctrica independiente y Emisiones resultantes de CO2 para combustibles en 2020.

	Generación Eléctrica Millón de kWh	Emisiones de CO2		
		Millón de toneladas métricas	Toneladas Netas	Libras por kWh
Carbón	757,763	767	845	2.23
Gas Natural	1,402,438	576	635	0.91
Petróleo	13,665	13	15	2.13

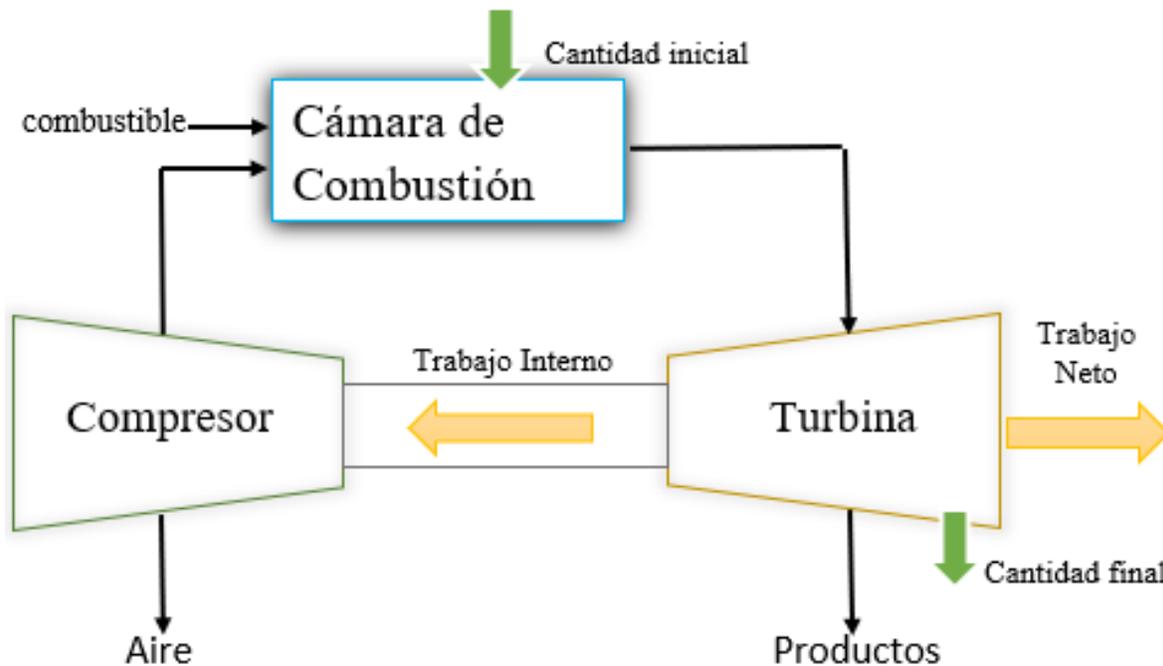
Fuente: U.S. Energy Information Administration

Al adentrarnos en las ventajas que tiene la implementación del gas natural con respecto a los demás combustibles fósiles, se vuelve importante destacar la función que tiene este al permitir un cambio del uso como materia prima de carbón o diésel a gas en las centrales térmicas de ciclo combinado, ya que dicho ciclo tiene un cambio de eficiencia significativo en materia de contaminación y generación.

Como su nombre lo indica, se trata de una central que es capaz de utilizar más de un ciclo al contener la fusión de dos diferentes mecanismos:

- Ciclo de gas: Emplea el ciclo Brayton (Universidad de Sevilla, Departamento de Física Aplicada, 2009) para la implementación de una turbina a gas y, de esta forma obtener energía. En la complejidad de la turbina se encuentra que se utiliza un compresor para el aire fresco, así como la entrada para el combustible y ambos son llevados a una cámara donde se realiza un proceso de combustión (quema de combustible) y los gases resultantes que salen a una alta presión y temperatura son enviados a una turbina donde se expanden generando trabajo y después son enviados de nueva cuenta hacia la atmósfera.

Ilustración 2.1: Motor de turbina de gas de ciclo abierto.

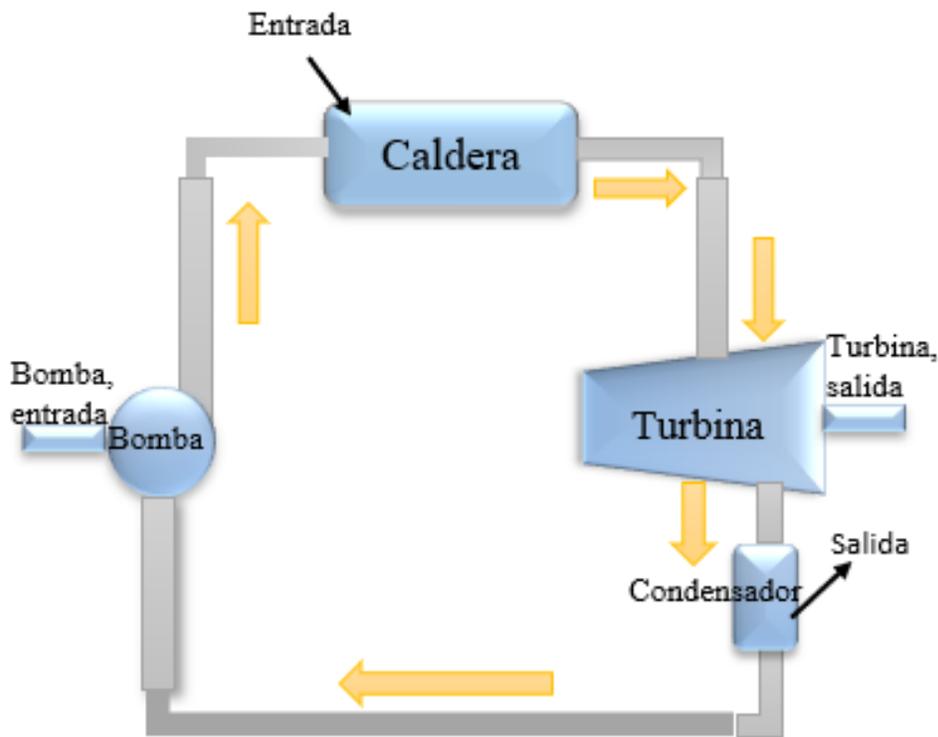


Fuente: Departamento de Física Aplicada, Universidad de Sevilla.

- Ciclo de vapor: Utiliza el ciclo Rankine (Bianchi & Santana, 2015) para producir energía a través de una turbina de vapor. Este ciclo, consta de 4

procesos internamente reversibles; el primero de ellos realiza un bombeo de fluido pasando de una baja a una alta presión con ayuda de una bomba, el fluido que se encuentra a una presión constante es llevado hacia la caldera donde se calienta hasta convertirse en vapor; dicho vapor que se encuentra sobre calentado se expande a través de una turbina para la generación de energía. Después de esto, el vapor entra a un condensador donde lleva un proceso de enfriamiento y cambia a fase líquida, dónde este regresa a la bomba para repetir el ciclo.

Ilustración 2.2: Ciclo Rankine ideal simple.



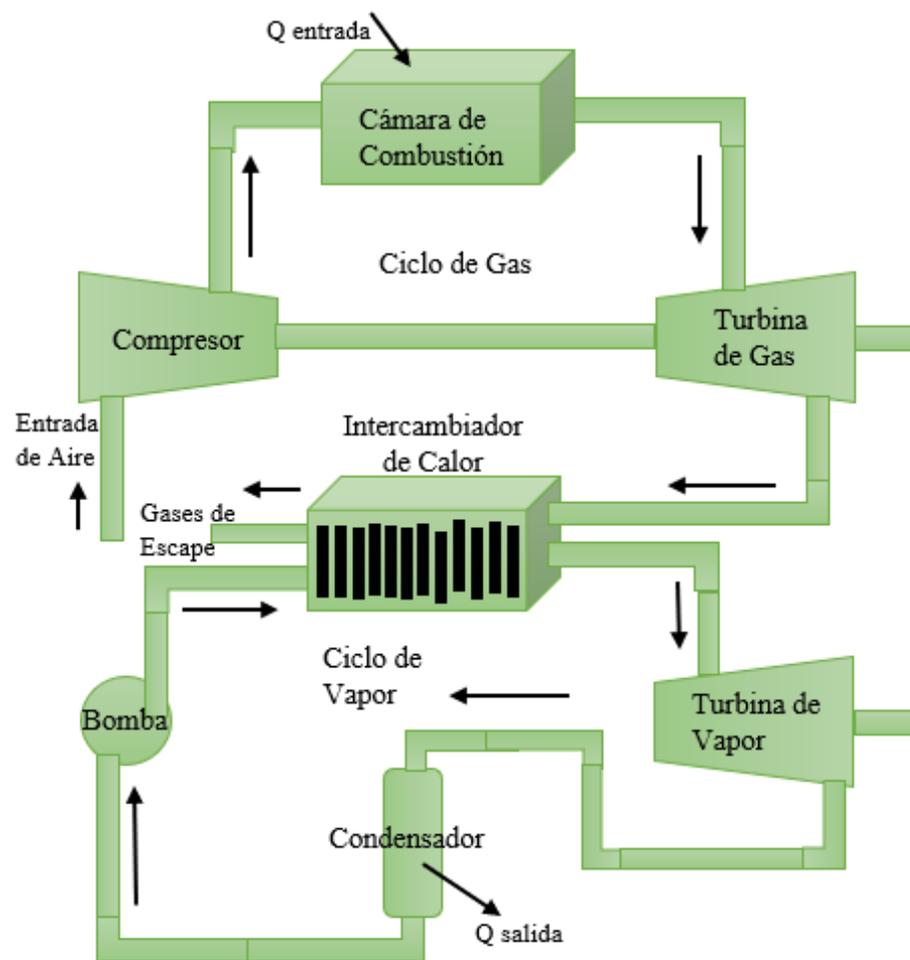
Fuente: Rolle, Kurt. Termodinámica (2006).

Entonces, como se mencionó anteriormente, al tratarse de un ciclo combinado (Endesa, 2022), hablamos de la implementación tanto del ciclo de gas, como del ciclo de vapor y de esta manera se mejora el aprovechamiento del gas natural al no ser utilizado para una única ocasión en las centrales térmicas.

Lo que distingue a estas centrales es que, al culminar con el proceso del ciclo de gas, disminuye la pérdida energética que se da de liberar gas a la atmósfera

proveniente de la turbina de gas, como sería normalmente; en cambio, se asemejaría a un ciclo de gas cerrado al regresar los gases hacia un intercambiador de calor y dentro de él se utilizan para calentar el vapor que ingresará a la turbina del ciclo de vapor. Siendo así que el intercambiador fungiría como una caldera, para en vez de quemar un combustible que genere vapor, se aprovecha el gas proveniente de la combustión del ciclo anterior mediante el escape. De esta manera el ciclo de vapor continúa de manera normal y se obtienen dos diferentes salidas de energía.

Ilustración 2.3: Central combinada de gas y vapor.



Fuente: Yunus Cengel. Termodinámica (2009).

Al conocer de manera general el funcionamiento de una central termoeléctrica de ciclo combinado, es notorio que genera una mayor eficiencia de la que se tendrían

con ciclos por aparte, dando paso a la denominada cogeneración. Además de reducir el territorio e infraestructuras necesarios para cada planta por separado con una estructura más ligera y reduciendo el tiempo de construcción de una planta con estas características e inclusive encontrarse más cerca de los asentamientos que requieren de la generación de electricidad. Aunado a lo anterior, esta cuenta con una eficiencia entre el 45% y el 57% (Storm, 2020) si se utiliza el gas natural como combustible para su funcionamiento.

Si se realiza una comparativa del uso del gas natural contra el carbón en una central termoeléctrica, obtenemos que la eficiencia comparativa entre ambos es de 60% para la cuestión energética y, entre mayor cantidad de variables se introducen, mejores resultados son arrojados por la comparativa. En primera instancia, la cogeneración con gas natural es altamente eficiente de acuerdo con palabras de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos (SEMARNAT) al analizar el proyecto de la Central de Cogeneración Salamanca a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE):

La Central de Cogeneración Salamanca cuenta con una capacidad instalada de 393 MW y entró en operación en mayo de 2017. [...] La cogeneración alcanza una eficiencia térmica de 91% mientras que las centrales de Ciclo Combinado logran una eficiencia de sólo 60%. La central de cogeneración ofrece importantes beneficios para PEMEX (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Por otra parte, al atender el tema del requerimiento de agua, reduce dos tercios su utilización para la condensación a comparación de centrales convencionales (Iberdrola, 2020) e inclusive destacar el factor más importante que es el aprovechamiento de los residuos de gases de efecto invernadero que se emplean a través de la turbina de vapor, cuya liberación de desperdicio es mucho menor al valerse del gas natural en comparación con otros combustibles fósiles.

Una ventaja crucial del gas natural es el uso de gasoductos, estos son una serie de tuberías de acero que permiten la transportación de gas a alta presión. Dicha infraestructura, se construye en zanjas con profundidad habitual de 1 metro e

inclusive pueden realizarse sobre la superficie generando un menor impacto en la tierra que atraviesan; en algunas regiones se encuentran gasoductos en el mar. Este equipo proporciona una ventaja enorme para el gas natural frente a otros hidrocarburos, ya que transporta con inmediatez y, aunado a esto, puede impulsar su transporte con la inyección de mismo gas natural evitando que se tenga que realizar proceso alguno de separación de gases una vez que el hidrocarburo llega a su destino generando un proceso eficiente y óptimo; inclusive estos pueden encontrarse cerca de yacimientos que los conecten de manera directa con centrales termoeléctricas, lo cual conlleva un menor costo económico y mayor facilidad de uso, mostrando que el carbón no cuenta con sus ventajas ambientales y de transporte.

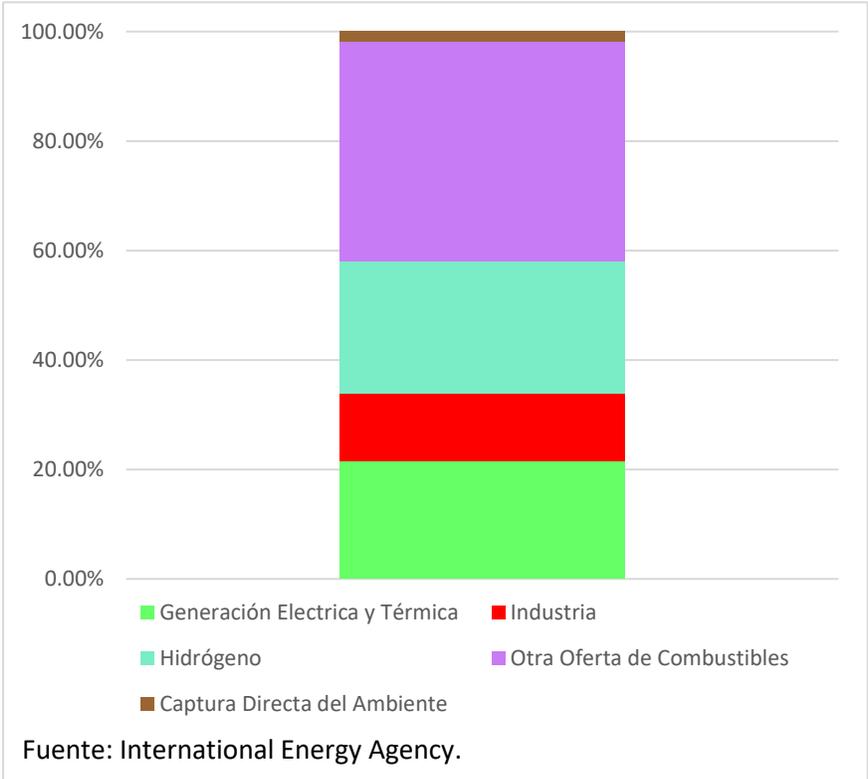
Otra aspecto con el que se destaca el gas natural es su almacenamiento, toda vez que cuenta con dos principales maneras de ser guardado, la primera y más antigua es un espacio destinado para ello en las refinerías una vez que culmina con sus procesos de separación cuando es necesario y, en caso de no ser requerido, llevarlo de manera inmediata a un gasoducto para su transporte, se procede al enfriamiento del metano (que es su principal componente) y convertirse en gas natural licuado a espera de ser empleado o se aumente su temperatura para ser inyectado a un gasoducto. Asimismo, se puede realizar el mismo procedimiento, pero en vez de ser almacenado en una refinería puede ser dentro de un barco ya sea únicamente para que permanezca guardado o para su comercialización.

A lo largo de este apartado se han señalado algunas de las ventajas con las que cuenta el uso del gas natural sobre el resto de hidrocarburos pero en especial sobre el carbón, toda vez que ambos son los principales combustibles que se emplean en centrales termoeléctricas, pero el resultado de su utilización es muy distante entre ellos para la preservación del medio ambiente, por lo tanto, si se trata de buscar una solución que permita disminuir la contaminación en los próximos años y, que al mismo tiempo pueda dar espacio para el desarrollo de energías limpias, el gas natural puede ser tomado en cuenta para fungir dicho papel.

Un tema poco hablado es el Carbón Capturado y Almacenado (CCA), el carbón Capturado y Usado (CCU) y el Carbón Capturado, Almacenado y Usado (CCAU); estos se refieren a que el dióxido de carbono que es liberado al medio ambiente por parte de la generación eléctrica, térmica, la industria y la construcción sea almacenado para aminorar el impacto al planeta. En cuanto al proceso para llevar a cabo dicha acción, se refiere a capturar dióxido de carbono en su salida y separarlo de otros gases resultantes para proceder a su transporte, ya sea comprimiéndolo (a fin de ser trasladado en barco) o inyectándolo en un ducto para ser almacenado en el subsuelo en formaciones geológicas para impedir su liberación a la atmósfera (National Grid, 2022).

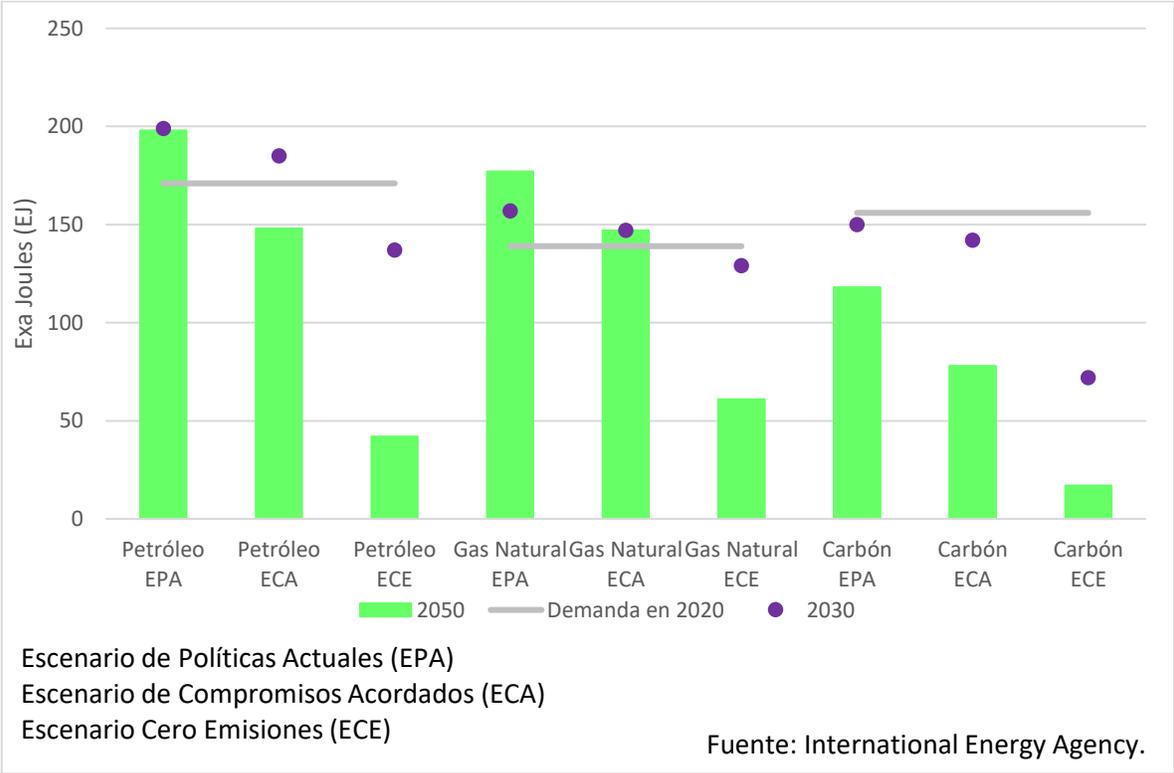
Si bien el CCAU parece una gran ayuda en el impacto que tiene el gas natural sobre el medio ambiente, puede emplearse en un gran número de sectores como se muestra en la gráfica 2.2 con proyectos a nivel mundial que buscan mejorar la situación actual en materia de polución.

Gráfica 2.2: Proyectos en el Mundo en Desarrollo para Aplicación de CCAU, 2021.



El apoyo al gas natural es necesario, toda vez que, a pesar de existir acuerdos para aminorar el uso de los combustibles fósiles como lo son el petróleo, el gas natural y el carbón, no disminuyen su consumo de manera acelerada. El carbón es muestra que, en cualquier escenario previsto, ya sea cumpliendo con los acuerdos de los países, ejerciendo todo el poder para cumplir con la meta de cero emisiones para 2050 o continuando con las políticas actuales; este disminuye su consumo (gráfica 2.3), aunque cada escenario denota una gran diferencia entre sí para su uso. Por otra parte, la utilización del petróleo para 2030 y 2050 es casi la misma con políticas actuales, mientras que los dos escenarios alternativos provocan una caída significativa. El caso del gas natural es muy interesante, ya que como se menciona anteriormente, se trata del hidrocarburo predilecto para la transición energética a nivel internacional, con lo cual aumenta su demanda en 2030 y 2050 salvo en el escenario de cero generaciones de emisiones para 2050; esto se debe a las grandes ventajas que tiene en la generación eléctrica y su menor impacto al medio ambiente cuando se es comparado con el resto de los hidrocarburos.

Gráfica 2.3: Uso internacional de combustible fósil por escenario, 2020, 2030 y 2050.



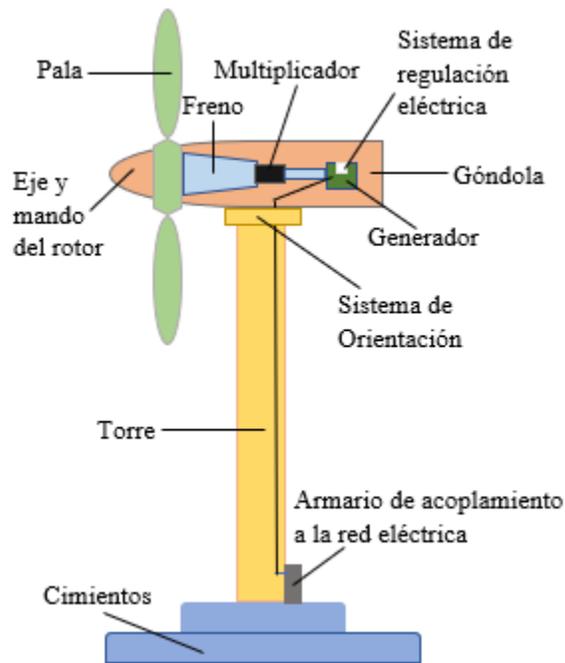
2.2 La transición energética de manera internacional

Cuando se menciona la transición energética, lo primero que se viene a la mente son los paneles solares, los molinos de viento y las turbinas en ríos, pero como se muestra a lo largo de esta sección, el llegar a implementarlas y desarrollarlas es mucho más complejo para los países que el acto de construirlas. Requiere de análisis de otras fuentes, además de un diagnóstico de costos, así como las posibilidades de la obtención de energía mucho más barata proveniente de importación o de producción interna. Cuando se emplean de manera precipitada y sin un análisis adecuado, su aceptación puede ser muy problemática si esta implica un impacto sobre el costo de electricidad para las personas; generando tensiones sobre la idea de gobierno de los países y sus pobladores. A continuación, se analizan de manera general las energías renovables con mayor incidencia en el mundo y casos particulares de cada fuente de energía elegida, donde su aplicación ha beneficiado a los países seleccionados.

2.2.1 Energía Eólica

La energía eólica se trata de una energía limpia, renovable e inagotable, su obtención se da a través de la energía cinética del viento. Su producción se da con la ayuda de aerogeneradores, los cuales pareciesen molinos de viento comunes y corrientes, pero con una diferencia abismal al poder producir energía, donde a grandes rasgos, el viento provoca el desplazamiento de las hélices (o palas) que, a su vez, ocasionan el movimiento de un generador eléctrico (Enel, 2022).

Ilustración 2.4: Turbina eólica para la generación eléctrica.



Fuente: Factor Energía.

2.2.1.1. El caso de Dinamarca

El desarrollo de esta energía ha sido largo en el tiempo, pero uno de los países que ha sido un pilar para su uso, aprovechamiento y mejora es Dinamarca. Su proceso de transición con la energía eólica como insignia, puede ser observado en 1973, con la crisis del petróleo cuando este país dependía de la importación de este hidrocarburo y su alta sensibilidad al cambio de los precios provocó una inquietud destacable en el país; lo que tuvo como consecuencia que el gobierno implementara un codicioso programa de investigación y desarrollo dirigido a los aerogeneradores al analizar la gran cantidad de viento que llega al país y el enorme potencial económico que pudiese generar el desarrollo de esta industria en una etapa tan temprana donde otros no planteaban desincentivar el uso de combustibles fósiles.

El impulso del ambicioso plan, consistía en diversas políticas de gobierno que apoyasen de manera interna el desarrollo al incluir subsidios a parques eólicos con apoyo, incentivos a esta industria a través de los impuestos disminuidos para colaboradores y garantizando créditos preferenciales al sector.

Al cabo de años de soporte de gobierno a la industria, asentamiento de las bases, investigación, desarrollo y diseño; resultaron en un sector eléctrico descentralizado que repercutió en una significativa disminución de la dependencia de importación de hidrocarburos. Aunado a esto, comenzaron las exportaciones de turbinas provenientes de Dinamarca y su tecnología, lo cual impactó de igual manera en generación de empleos e ingresos al estado, mejorando la empleación en el resto de los países que, al utilizar su tecnología podían abaratar costos en menor tiempo del que requirió Dinamarca en primera instancia. Gracias al soporte del gobierno establecieron un récord para la recaudación de energía eólica proveniente del océano:

En julio de 2016, Dong Energy estableció un récord mundial para el costo de la energía eólica con viento proveniente fuera de tierra, ganando una licitación para la construcción de dos parques marítimos daneses por 72.70 euros por Mega watt hora (MWh) (Hampton, De la Cruz, & Huenteler, 2017, pág. 2).

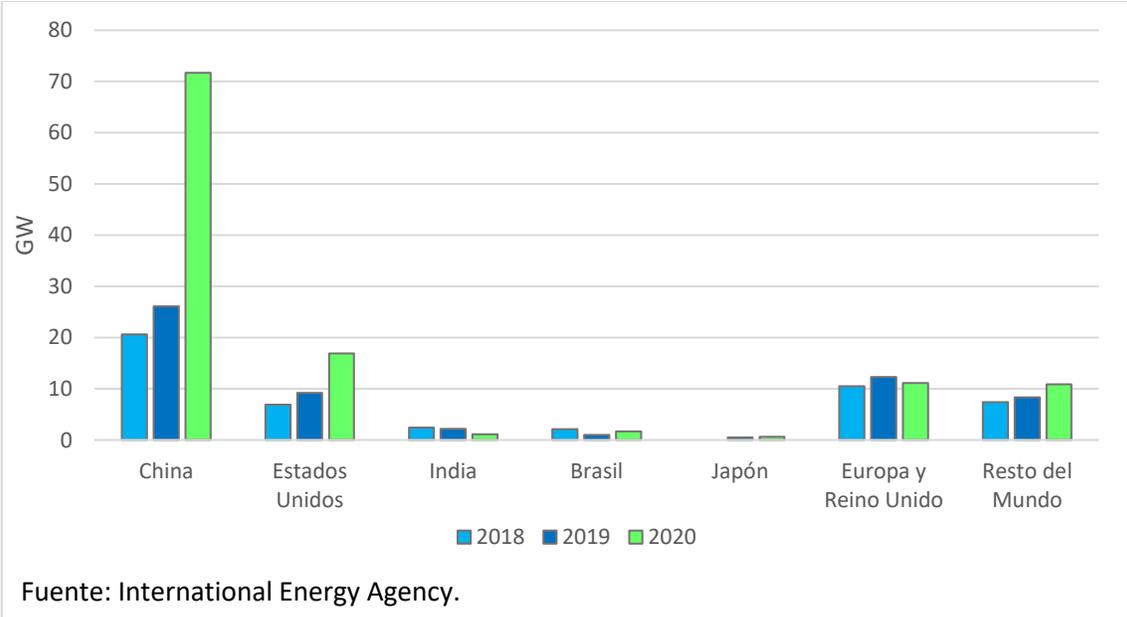
2.2.1.2. El caso de China

Es cierto que Dinamarca no es el país con mayor producción de energía eólica, es necesario precisar que, debido a su extensión territorial y a pesar de ser un país que cuenta con numerosas corrientes de aire, al expandirse el número de parques eólicos entre los países con mayor territorio y posibilidades de inversión e investigación, superarían a Dinamarca en cuestión de capacidad de generación; actualmente, el primer lugar de generación de energía eólica lo ocupa China con más de 288 Giga watts (GW).

Lo previamente mencionado, muestra que las formas de generar energía de manera renovable y con un impacto significativamente menor para el medio ambiente, han despertado el entusiasmo alrededor del mundo y, actualmente se encuentran con un apoyo importante de diversos gobiernos con inversión para un desarrollo con más eficiencia, mayor capacidad de almacenamiento y abaratamiento de costos. Tal es el caso de la misma China que desde la década anterior, ha mostrado su compromiso con el medio ambiente al buscar alternativas para reducir su consumo de carbón y encontrando en las energías renovables un soporte y eje que permita

llevar a cabo una transición energética. Como de muestra en la gráfica 2.4 China lidera la incorporación de nuevas capacidades de generación de energía eólica con una ventaja apabullante sobre los demás países, en 2018 prácticamente triplicó las la nueva capacidad de generación de Estados Unidos (6.9 GW) con 20.6 GW; para 2020 rebasó por más de cuatro veces la nueva capacidad que construyó Estados Unidos, inclusive casi se cuadruplicó a sí misma, es decir, pasó de 20.6 GW de capacidad nueva de generación en 2018 a 71.7 GW de nueva generación en 2020 con datos de la IEA (Wind Power, 2021).

Gráfica 2.4: Adiciones Anuales Netas a la Capacidad Eólica, 2018-2020. Giga Watts.



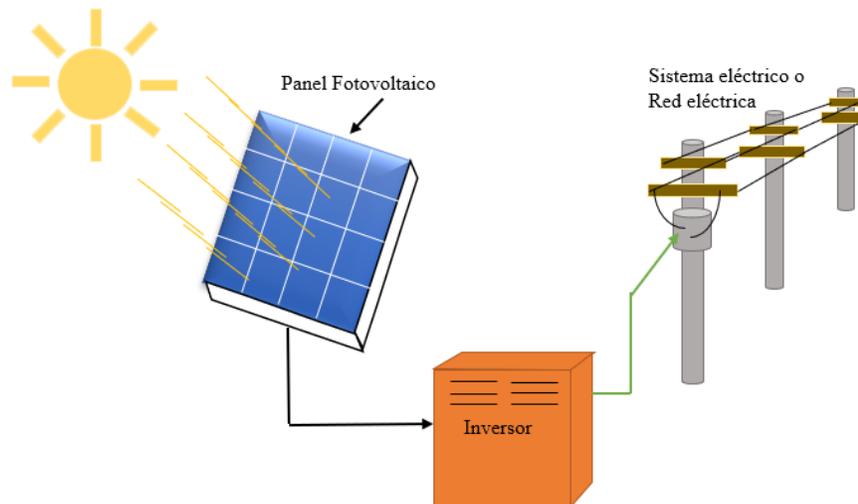
El ejemplo de China muestra la relevancia de la participación de las autoridades en la búsqueda de una transición energética a través de apoyos, construcción y desarrollo de infraestructura que facilite la operación de nuevos parques Eólicos.

2.2.2 Energía Solar

La energía solar es de índole renovable, limpia e inagotable; proviene de la radiación solar. Su proceso de captación comienza con los rayos de luz solar, los cuales son percibidos por una célula fotoeléctrica, las cuales componen los paneles solares, con la combinación de estas se da un diferencial de potencial eléctrico y con ello

genera corriente que es llevada a un inversor donde se transforma en energía alterna; esta es transportada hasta una red de distribución o de almacenamiento (Enel, 2018).

Ilustración 2.5: Diagrama de sistema fotovoltaico



Fuente: Helio Esfera.

2.2.2.1 La iniciativa Alemania

En la misma década en la que Dinamarca se preocupaba por la crisis del petróleo, el pueblo alemán tenía una gran inquietud proveniente de los desperdicios nucleares, lo cual tuvo como consecuencia un fuerte movimiento en contra de estos a finales de los 70's y principios de los 80's; lo cual es incluso previo al terrible accidente generado en Chernóbil. Tal fue la preocupación generalizada que tuvo un impacto en la creación de un partido preocupado por la ecología política que seguía ese pensamiento y desde aquel momento han tenido una de las políticas más concentradas en la generación de energía renovable en Europa y todo el mundo.

El favorecimiento hacia las energías renovables y su aceptación en Alemania ha sido tal que en plena pandemia por la Covid-19 en 2020, casi el 52% (Diehn, 2020) de su electricidad provenía de las renovables, superando inclusive el porcentaje del año anterior donde no había ocurrido la pandemia, el cual fue de 44%. Si bien el factor de que se requiera de una menor cantidad de energía por el freno de actividades incide en el porcentaje, esa misma detención también pudo impactar en

las cadenas de suministro, lo cual muestra la eficiencia que se ha generado en el sector energético de este país.

Para este año (2022) el gobierno alemán ha aumentado la capacidad de 1.9 GW 6 GW para la energía solar, de acuerdo con información de la IEA. Con las políticas actuales y a pesar de la pandemia, el entorno luce favorable para que Alemania alcance el plan de reducir a cero emisiones en 2050.

2.2.2.2 El avance de China

El plan de reducción del uso del carbón para China, no se centra de manera exclusiva en la energía eólica, sino que la energía solar es otra fuente fundamental para lograr la meta y, de esta manera diversificar su obtención de electricidad. Como se explicó anteriormente el territorio y posibilidades de infraestructura en este país son enormes.

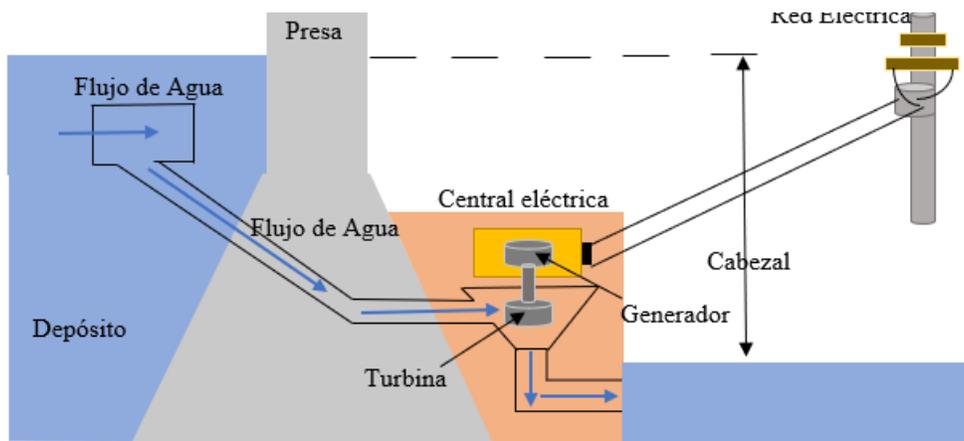
Tal es la obra que está realizando China en materia energética que los pronósticos de la IEA señalan que existirá un crecimiento del 85% de la red actual de energía renovable, lo que se traduce en alrededor de 800 GW que comprende el periodo de 2021-2026 mostrando la capacidad de crecimiento en un lustro, pero a diferencia del compromiso de Alemania de cero emisiones en 2050, China ha tomado el compromiso para 2060, dentro de este compromiso, también se plantea que para 2030, el 40% de su consumo no provendrá de combustibles fósiles; con lo cual muestra un esquema de trabajo comprometido por parte de la política pública. Estos acuerdos no lucen imposibles para el país ya que inclusive cuentan con el parque solar más grande del mundo que se encuentra junto a un parque eólico, la capacidad de la extensión exclusivamente del parque solar es de 320 MW y está situado en el mar en la provincia de Dezhou (Lewis, 2022).

Los mostrados hasta el momento por parte de China impulsan a otros países a seguir su propio camino para aportar con sus respectivas economías al objetivo de aminorar la cantidad de gases de efecto invernadero que se generan año con año.

2.2.3 Energía Hidráulica

La energía hidráulica se trata de aquella que es de características renovables y se considera como limpia. Su medio de obtención es a través de la recolección de energía cinética, sus centrales más comunes son las denominadas como de embalse (Enel, 2018); en este tipo de centrales, el agua es acumulada en una presa, para después caer desde una altura que genere la fuerza necesaria para caer encima de una turbina hidráulica, con lo cual provocan su rotación y, permitir la originación de energía por medio de generadores eléctricos para después ser captada e incorporada a la red eléctrica. Al culminar este ciclo, el agua retoma el curso habitual.

Ilustración 2.6: Planta hidroeléctrica.



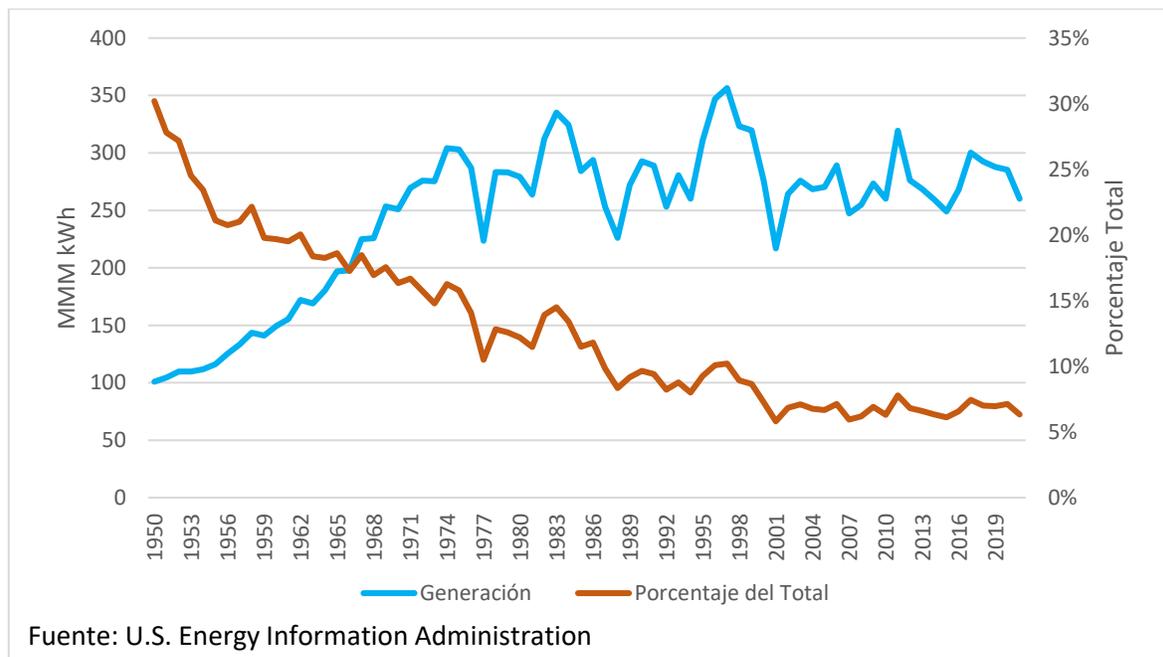
Fuente: Aung Kyaw

Si bien, la energía Hidráulica es limpia y renovable con una producción relativamente estable, a diferencia de la solar y la eólica tiene impactos mayores en su construcción ya que en la mayoría de las ocasiones sus lugares de construcción son muy limitados. Pero el principal problema que se encuentra este medio de obtención de energía es implica su construcción alrededor de ríos, los cuales son los depósitos de agua potable más importantes y todas las especies que atraviesen por él se verán afectadas; aunado a esto se encuentra que la central debe estar muy cerca de la turbina profundizando el impacto y, si no se le da un mantenimiento constante y adecuado, estas pueden deteriorar rápidamente un ecosistema y afectar en gran medida a todas las especies que lo habiten.

2.2.3.1 El principal productor de energía hidroeléctrica

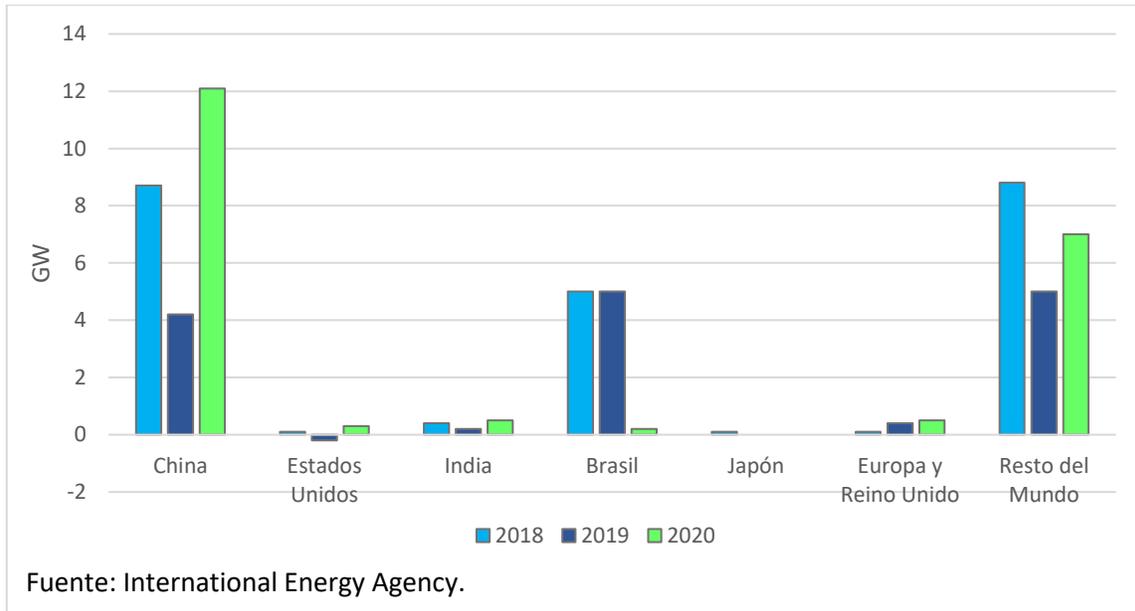
La primera central hidroeléctrica del mundo fue construida por Estados Unidos, incluso hoy en día se encuentran entre los principales productores de electricidad con este medio, pero resulta necesario mencionar que ha bajado su producción a lo largo del tiempo (gráfica 2.5) y a pesar de crear nueva infraestructura para captar hidroelectricidad, no se compara con la generación en años anteriores.

Gráfica 2.5: EE. UU: Generación Hidroeléctrica y Porcentaje del Total de la Generación Eléctrica en EE.UU, 1950-2020



Nuevamente China viene a la discusión, ya que ha superado de manera incomparable a Estados Unidos en la incorporación de nuevas generadoras de hidroelectricidad, ya que en 2020 EE. UU. Su capacidad aumentó 0.3 GW, mientras que China lo hizo en 12.1 GW que, tan solo para darnos una idea del trabajo de ingeniería que está haciendo, generó 3.6 GW más el resto del mundo junto, es decir, casi 30% más de acuerdo con la información de la IEA (Hydropower, 2021).

Gráfica 2.6: Adiciones Netas Anuales a la Capacidad Hidroeléctrica, 2018-2020.



La gráfica 2.6 deja en claro que la hidroelectricidad no ha contado con nuevas inversiones en la mayoría de los países desarrollados a excepción de China, lo cual es tiene sus raíces en 2 aspectos principales:

- La conciencia ambiental: Los países que se preocupan por los mantos acuíferos o tienen escasez de ellos, no invierten en nuevas plantas hidroeléctricas ya que pueden dañarlo y desaprovechar una fuente importante de agua potable.
- Centrales Hidroeléctricas desgastadas: Algunas centrales han dado una vida útil productiva, pero el encarecimiento de su mantenimiento desplaza la atención que se les presta y, en muchos casos, sería necesaria la reconstrucción de la presa y/o la central en su totalidad.

2.2.4 La biomasa

La biomasa, al igual que las energías tratadas anteriormente, es considerada limpia y renovable. Para precisar, la biomasa es la fracción biodegradable de desechos de origen biológico, es decir, proviene de toda aquella fuente biológica ya sean productos que llevaron un proceso previo como la madera o el aserrín e inclusive

provengan directamente de desechos como en el caso de la agricultura con los restos de la poda, semillas o directamente de plantas casi marchitas.

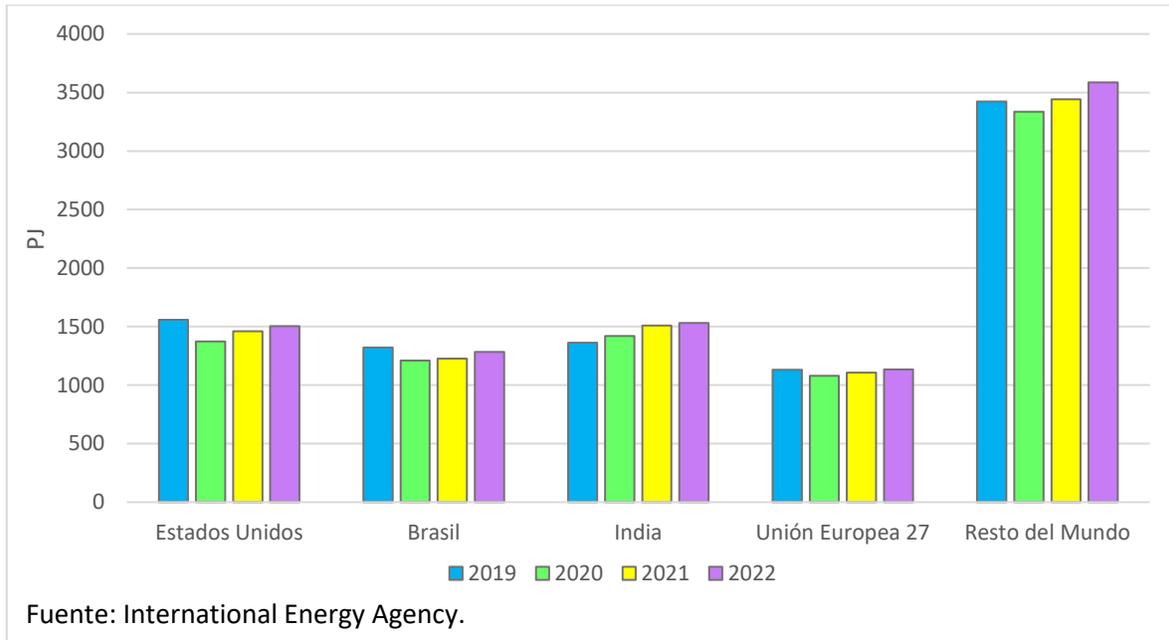
Para generar energía a través de la biomasa, la fuente de generación proviene de materia orgánica, donde todas estas se llevan a un almacén que a su vez las traslada a un horno donde se lleva a cabo un proceso de combustión donde se produce un ciclo de vapor como el mencionado para el gas natural.

Ahora bien, si el proceso de combustión es muy parecido al del ciclo de vapor con el gas natural, ¿por qué la bioenergía es considerada limpia y renovable, si también produce CO₂? La respuesta se encuentra en el ciclo del carbono que, a su vez, se mueve en la Tierra a través de dos ciclos. i) El ciclo geológico por medio del cual se generan los hidrocarburos en un proceso que dura millones de años; ii) El ciclo biológico que tiene como clave la fotosíntesis (donde las plantas obtienen energía del sol) y la respiración en los seres vivos.

Entonces, la bioenergía proviene del segundo ciclo del carbono, donde las plantas y árboles cuentan con CO₂ absorbido en el proceso de fotosíntesis, de esta manera, cuando se produce la combustión, la cantidad de CO₂ liberado, es la misma que previamente se consumió, dejando al sistema en equilibrio y sin cambio alguno. A pesar de esto, los procesos a los cuales es sometida la madera de los árboles y las plantas por la intervención humana no forman parte del ciclo, por lo cual no son contadas dentro de la generación de la bioenergía ya que, en primera instancia, el propósito de esos recursos no era la generación de biomasa. Algo sumamente destacable es que después de la generación de energía, las cenizas sobrantes de su combustión se emplean como fertilizante y abonos agrícolas.

A diferencia de las energías previamente mencionadas, para la biomasa China no es el país más destacado, en cambio, la gráfica 2.7 muestra que la relación de utilización entre India, Estados Unidos y Brasil es muy similar y estas son las naciones que emplean un mayor consumo energético que supera los 1000 Peta-Joules mostrando la gran incidencia y eficiencia que puede tener la bioenergía.

Gráfica 2.7: Consumo Industrial de Bioenergía, 2019-2022. Peta-Joules.



2.2.5 El caso del Hidrógeno

El hidrógeno que se encuentra de manera frecuente en el planeta e inclusive es el elemento químico más abundante en el universo y de una densidad muy ligera; sin embargo, no es posible encontrarlo en estado puro; por lo que siempre se encuentra compuesto con otros elementos. Dadas las grandes cantidades existentes de hidrógeno, en la actualidad es utilizado como combustible para impulsar los cohetes que salen de la atmósfera y, durante muchos años se ha planteado su uso dentro de la industria energética, ya que prácticamente se trata de un elemento inagotable, sustentando dentro de las bases para su uso que al realizar su proceso de combustión genera como residuos vapor de agua, lo cual sería fundamental en aminorar el impacto ambiental. Por ello es importante mencionar que actualmente hay dos métodos de obtención del hidrógeno:

- 1) El primero es proveniente de fuentes fósiles donde se obtiene hidrógeno a través de la descomposición de moléculas de hidrocarburos (petróleo, gas natural y carbón) y vapor de agua, donde este a su vez se divide en 2 vertientes de hidrógeno:

- i) Hidrógeno gris: Al obtener hidrógeno a partir de hidrocarburos, se genera CO₂ y por ello es considerado gris al tener impacto en el medio ambiente. Sin embargo, esta manera de producción es la más común, eficiente y barata en la actualidad.
- ii) Hidrógeno azul: Su obtención es la misma que el hidrógeno gris, pero en vez de permitir la liberación del CO₂ al medio ambiente, estas son capturadas o reutilizadas, considerando esta práctica como la más factible a corto y mediano plazo.

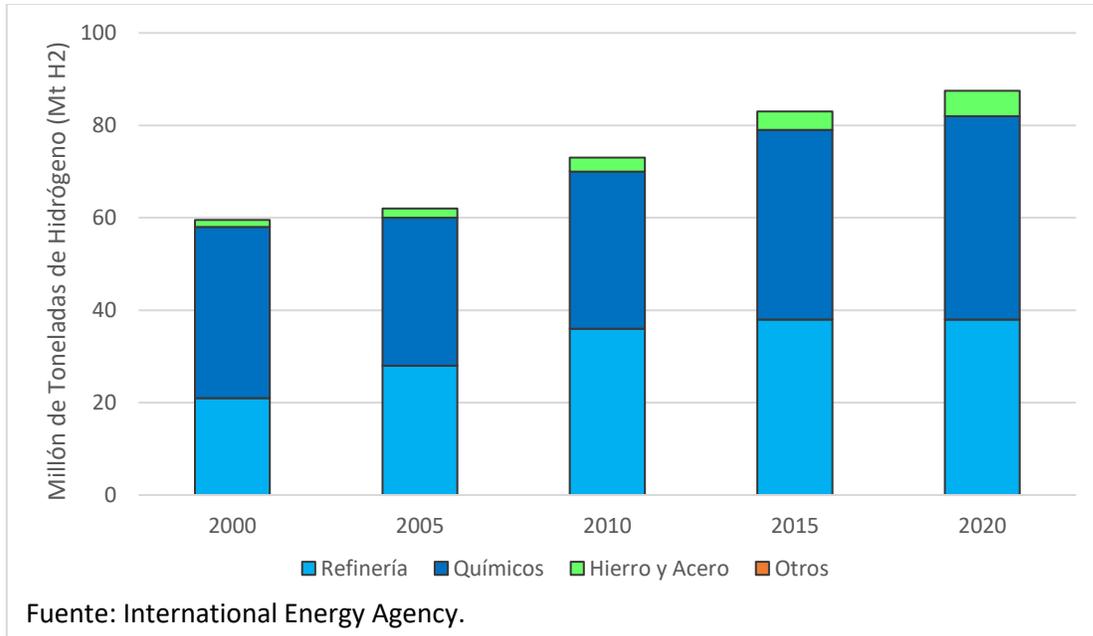
2) El segundo es el hidrógeno a partir de electricidad (pareciendo sarcástico buscar la generación de electricidad a partir de utilización de electricidad) en la cual, a través de la electrólisis se rompe la molécula del agua (H₂O) en oxígeno (O₂) e hidrógeno (H₂) y se inserta una corriente eléctrica donde las sales y minerales contenidos en el agua permiten el paso de la corriente que generará el rompimiento (Iberdrola, 2022). Este tipo de producción es denominado como **hidrógeno verde**.

Con la urgencia actual para mejorar la situación del medio ambiente y atenuar la generación de gases de efecto invernadero, es comprensible que hoy en día se vea al hidrógeno como el elemento que cambiaría el sector energético, no obstante, la inversión actual requerida para la mejora tecnológica que lo posiciona de manera importante en materia de generación energética, sin provenir de hidrocarburos, aún se encuentra en un panorama distante debido a sus costos de generación y sus requerimientos de energía mayores a otros combustibles.

Si bien, el impedimento se encuentra en el hidrógeno verde, hoy por hoy, el azul y gris cuentan con un panorama totalmente favorable ya que el crecimiento de su demanda no ha parado a pesar de la pandemia y con un crecimiento alrededor del 50% desde el inicio del siglo como se muestra en la gráfica 2.8 e inclusive se espera un aumento de uso aun cuando su adaptación a nuevas aplicaciones ha sido lento. La mayor parte de su demanda proviene del sector industrial y para las refinerías, estas últimas consumen cerca de 40 Megatonnes (Mt) de hidrógeno como materia

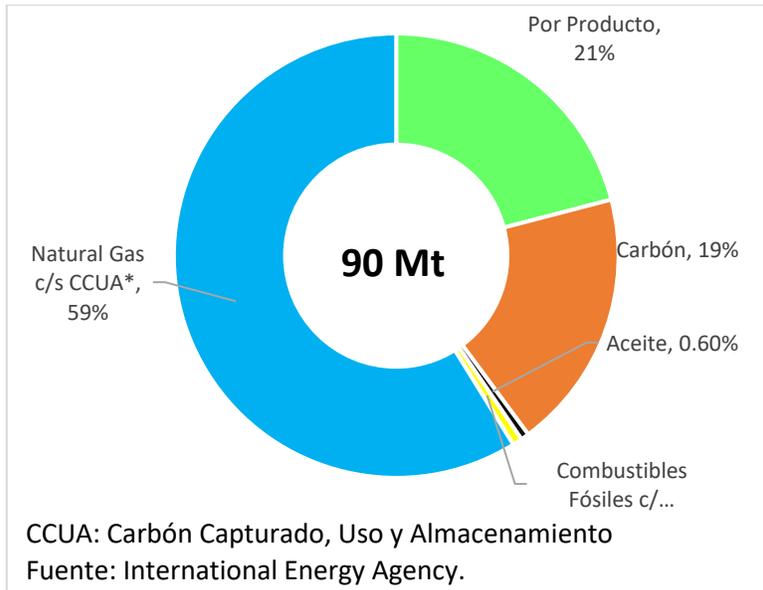
prima, reactivos químicos o fuente de energía de acuerdo con datos de la IEA (2021).

Gráfica 2.8: Hidrógeno Demanda por Sector, 2000-2020.



Por parte de la oferta de hidrógeno se aprecia la gran ventaja que tiene su producción ya que de 90 Mt de H₂ generados en 2020, 53.1 Mt H₂ provinieron del gas natural como se aprecia en la gráfica 2.9, demostrando la gran importancia del gas natural en lo que se considera como una fuente de energía y combustible fundamental para el futuro.

Gráfica 2.9: Fuentes de Producción de Hidrógeno, 2020.



A pesar del optimismo que genera el aprovechamiento del hidrógeno aún hace falta mucho trabajo de cara a su uso verde e incidente en la economía mundial, ya que su método de transporte y almacenamiento continúa siendo un tema para mejorar, además de su alta inflamabilidad que lo convierte en un bien que requiere sumo cuidado. Por otra parte, el hidrógeno proveniente de hidrocarburos, especialmente del gas natural, toma un auge importante al ser cada vez mayormente demandado y aprovechado, lo cual abre aún más el panorama para el gas natural como el hidrocarburo predilecto que permita el paso hacia una transición.

2.3 La incidencia internacional actual del gas natural

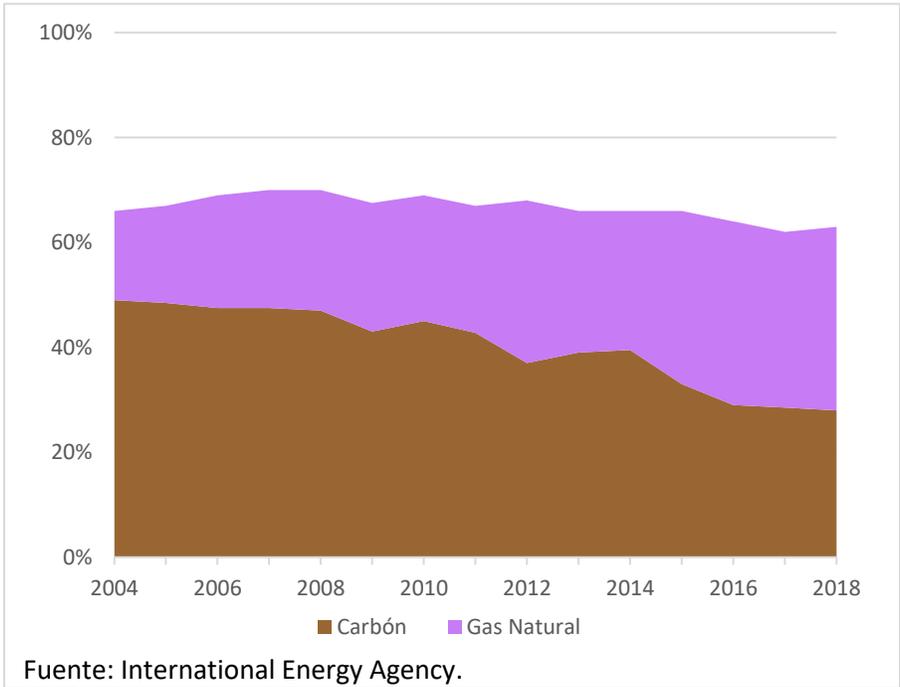
Después de tratar el tema del medio ambiente y las formas de generación de energía, resulta adecuado hablar de los beneficios que puede conllevar el apoyo al gas natural desde el corto hasta el largo plazo, como se ha visto en diversas economías, por ello, es necesario saber la incidencia que tiene a nivel internacional en la actualidad como combustible, generador de energía y su injerencia en la economía.

Tratar el tema del papel del gas natural a nivel global no es tan sencillo como hablar de él en los últimos dos años, ya que parecería que un panorama borroso

debido a los estragos generados por la pandemia generada por la Covid-19, sin embargo, podemos hablar de los años más recientes y asentar bases en los inicios del siglo, ya que ha tenido un auge a nivel internacional con sus beneficios en materia ambiental, eficiencia en generación eléctrica, usos y transporte.

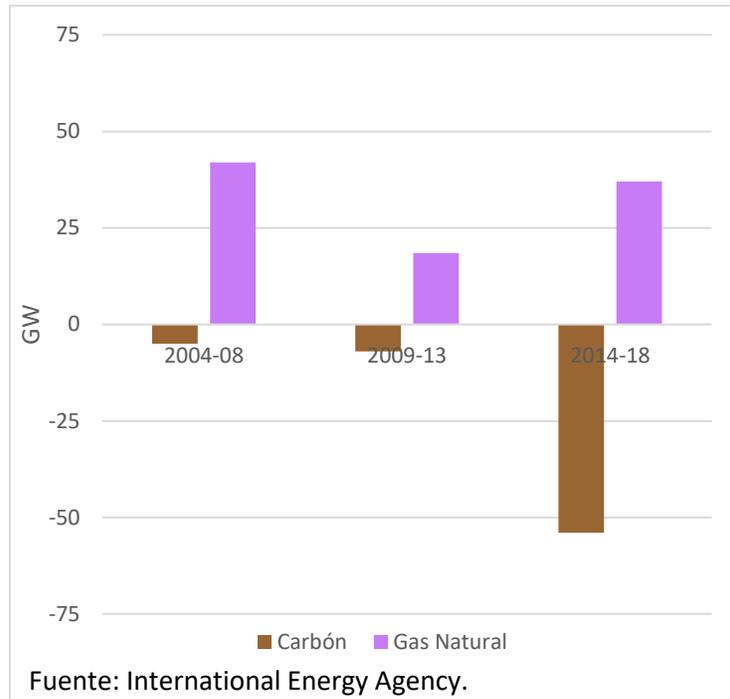
A finales del siglo XX, la producción de gas natural tenía una tendencia al alza de manera paulatina, de igual manera el aumento por la conciencia ambiental se enfatizó a finales de este siglo e inicios del siguiente y, en la búsqueda por revertir la situación se encontró como un faro de luz el gas natural y su valor en la industria energética al permitir la reconfiguración de carbón a gas natural en las centrales termoeléctricas, lo cual se puede apreciar en la gráfica 2.10 que enfatiza el desplazamiento del carbón por el gas natural y la reducción estrepitosa a partir de 2010.

Gráfica 2.10: EE. UU: Porcentaje de Carbón y Gas en el Total de Generación Eléctrica, 2004-2018.



Por otra parte, la gráfica 2.11 refuerza el desplazamiento que ha sufrido el carbón a costa del gas natural donde clarifica el enorme terreno ganado por este último y que ha aumentado casi el 100 GW su capacidad de generación.

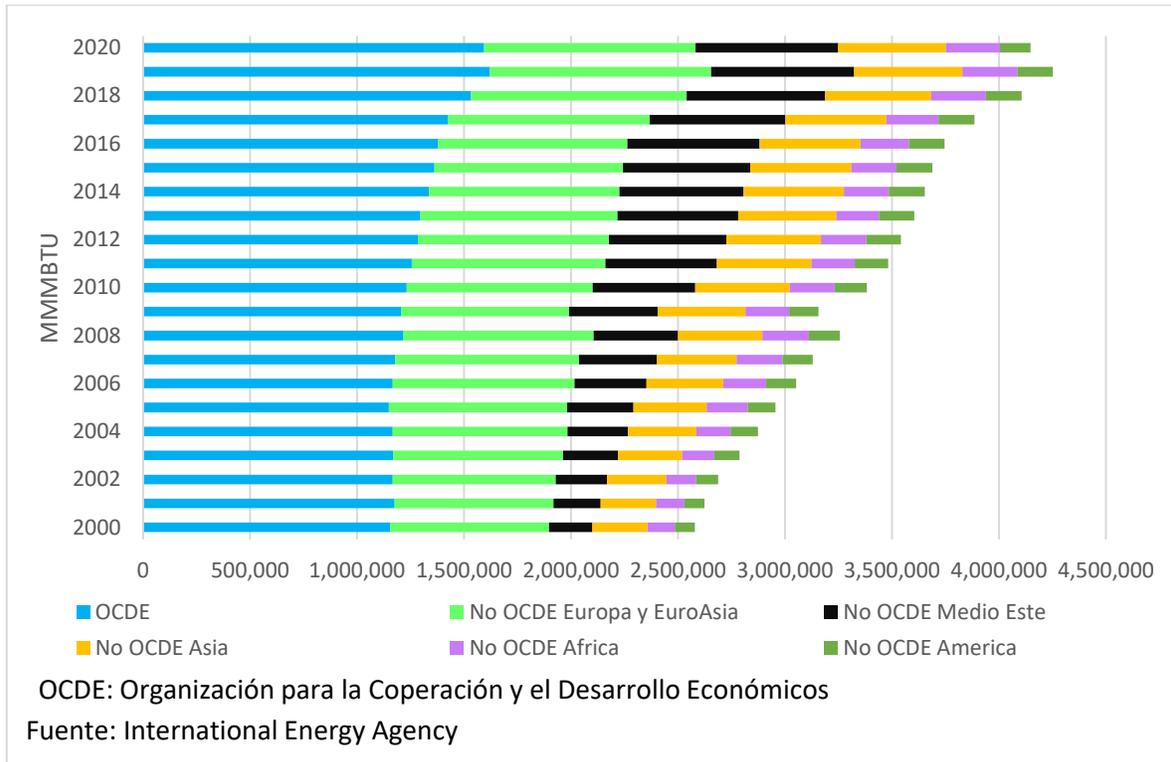
Gráfica 2.11: EE. UU: Cambios en la Capacidad de Generación, 2004-2018.



La profundización de la caída del uso del carbón comenzó alrededor del 2008, pero desde el inicio de la década de los 2000, la producción del gas natural ya venía con una tendencia ascendente importante como se muestra en la gráfica 2.12 que evidencia la aceleración al pasar de 2,578,669 de MMBTU en 2000 a 4,147,979 de MMBTU para 2020 equivalente a un aumento del 61% en 20 años; denotando un crecimiento cercano a los 800,000 MMBTU por década; inclusive al tomar en cuenta la crisis generada en 2008, cuyo impacto no fue menor en la economía mundial, trajo consigo una desaceleración en el crecimiento de la demanda mundial de gas natural, pero no un decrecimiento como tal e inclusive el efecto duró sólo un año. Por consiguiente, los años venideros conoció un apoyo y auge enormes por parte del sector energético junto con la implementación de Shale gas.

Sin embargo, la pandemia provocó una baja de la producción con el parón a nivel mundial en 2020. Para 2021 se encuentra que la tendencia a la baja ha sido revertida y vuelve a los niveles previos a la crisis sanitaria.

Gráfica 2.12: Demanda Mundial de Gas Natural por Región, 2000-2020.



Si bien el consumo tuvo un impacto similar al de la producción en cuestión de este contará con una recuperación y puede tendrá un periodo de crecimiento hasta inicios de la década de 2030 donde encontrará su punto más alto y se mantendrá durante algunos años antes de comenzar con una caída de largo plazo en su consumo por parte de los países mejor posicionados en la transición energética de acuerdo con datos de la EIA.

2.4 Cierre de Capítulo

El deseo de disminuir en gran medida el uso de hidrocarburos, no parece que la realidad lo refleje de la misma forma; ya que en 2021 al levantarse gran parte de las restricciones sanitarias y el comienzo de una recuperación a nivel económico provocó un descontrol en la demanda energética a nivel mundial, esto impactó al carbón de forma imprevista al reactivar su uso, principalmente en China que comenzaba a disminuir su consumo. En otras economías se dio el mismo fenómeno con reactivaciones económicas aceleradas que provocaron un desfase en la necesidad energética y requirieron de fuentes como el carbón que tenían una ligera disminución en los últimos años.

Al prestar atención a países desarrollados como Alemania, podemos percibir que cuentan con una inversión significativa en energías renovables que han sido redituables; pero sin dejar de lado que cada uno conlleva un análisis particular para el aprovechamiento de las energías renovables en lugares en infraestructura en particular. En casos como el de China es notoria la apuesta que hacen para generar un cambio.

Si bien las energías renovables se encuentran como un halo de luz en la oscuridad, no podrán sustituir a los combustibles fósiles en el corto ni mediano plazo, con lo cual el gas natural tiene un área de oportunidad notable al contar con daños en materia ambiental y de polución mucho menores en comparación al resto de hidrocarburos; aunado a la búsqueda y mejora para el almacenamiento y uso de dióxido de carbono resultante de los procesos de generación eléctrica, muestra que tiene un papel fundamental en los años venideros.

México, a pesar de encontrarse rezagado en el apoyo de nuevas fuentes de energía renovables, puede encontrar un primer camino para atenuar su generación de gases de efecto invernadero a través de una mayor implementación de gas natural y una mejora estratégica en la planificación y construcción de nuevas plantas generadoras de energía limpias.

Referencias

- Bianchi, J., & Santana, F. (2015). *Mayor Eficiencia Energética con Menos Combustible Ciclo Rankie x Ciclo Rankie Regenerativo*. Obtenido de <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/10-F%C3%81BRICA-2015.pdf>
- Diehn, S. (5 de Mayo de 2020). Alemania bate nuevo récord en energías renovables en la pandemia. *DW*. Obtenido de <https://www.dw.com/es/alemania-bate-nuevo-r%C3%A9cord-en-energ%C3%ADas-renovables-en-la-pandemia/a-53375705>
- Endesa. (17 de Febrero de 2022). *Central Térmica de Ciclo Combinado* . Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-electricas-convencionales/central-termica-convencional-ciclo-combinado>
- Enel. (2018). *¿Qué es la Energía Hidroeléctrica?* Obtenido de <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-hidroelectrica-y-como-funciona.html>
- Enel. (2018). *¿Qué es la Energía Solar y cómo funciona?* Obtenido de <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html>
- Enel. (18 de Febrero de 2022). *¿Qué es la Energía Eólica y Cómo Funciona?* Obtenido de <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>
- Hampton, S., De la Cruz, J., & Huenteler, H. (2017). *Political Consensus and the Energy Transition*. Washington: Atlantic Council.
- Iberdrola. (2 de Octubre de 2020). *Cinco Datos Interesantes de los Ciclos Combinados*. Obtenido de <https://www.iberdrolamexico.com/te-interesa/cinco-datos-interesantes-de-los-ciclos->

Referencias de Figuras

Gráfica 2.1. International Energy Agency. (Febrero de 2022). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-changes-in-electricity-demand-2015-2024>

Gráfica 2.10. International Energy Agency. (2019). *The Role of Gas in Today's Energy Transitions*.

Gráfica 2.11. International Energy Agency. (2019). *The Role of Gas in Today's Energy Transitions*.

Gráfica 2.12. International Energy Agency. (10 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-natural-gas-demand-by-region-1973-2020>

Gráfica 2.2. International Energy Agency. (16 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-ccus-projects-in-development-by-application-2021>

Gráfica 2.3. International Energy Agency. (12 de Octubre de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/fossil-fuel-use-by-scenario-2020-2030-and-2050>

Gráfica 2.4. International Energy Agency. (2 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/net-annual-wind-capacity-additions-2018-2020>

Gráfica 2.5. U.S. Energy Information Administration. (Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/>

Gráfica 2.6. International Energy Agency. (2 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/net-annual-hydropower-capacity-additions-2018-2020>

Gráfica 2.7. International Energy Agency. (6 de Noviembre de 2020). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/industrial-bioenergy-consumption-2019-2022>

Gráfica 2.8. International Energy Agency. (2021). *Global Hydrogen Review 2021*.
Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>

Gráfica 2.9. International Energy Agency. (2021). *Global Hydrogen Review 2021*.
Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>

Tabla 2.1. U.S. Energy Information Administration. (4 de Noviembre de 2021).
Obtenido de <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=74&t=11>

Tabla 2.2. U.S. Energy Information Administration. (4 de Noviembre de 2021).
Obtenido de <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=74&t=11>

3. Soberanía y Seguridad Energéticas

En los capítulos anteriores se trató la influencia que tiene el gas natural en la economía internacional; el impacto que ha tenido la aceleración de su explotación y que, si bien es necesario realizar una transición hacia las energías limpias, existen diversos impedimentos en la actualidad para hacerlo de manera inmediata aunado al hecho que se requiere de grandes proyectos y creación de infraestructura necesaria. Por consiguiente, el gas natural aparece como una opción viable no sólo a corto plazo, sino que inclusive en el mediano y largo plazo pueda fungir como un apoyo a la emergencia para la atención a las emisiones de gases de efecto invernadero cuando se toma en cuenta la comparativa con otros combustibles fósiles, su eficiencia y de manera más notoria al considerar que se tiene la capacidad de la recolección del CO₂ para que este no se libere a la atmósfera, provocando una menor contaminación.

Para sustentar la idea de los beneficios que conlleva el apoyo hacia el gas natural, es favorable destacar el papel que juega en el territorio mexicano al resultar fundamental tanto en el tema de la seguridad, como soberanía energética que pocas veces reciben el foco de atención que se merecen dada su injerencia y profundidad de impacto en todo el país. Es por ello que en este capítulo se presenta una breve descripción de cómo ha evolucionado el tema del sector energético en México, para valorar y analizar puntos clave donde se desaprovecharon o se tomaron ventajas de las situaciones a lo largo del tiempo y cómo estas a su vez han afectado el sector a nivel nacional.

La producción e importación en el sector energético es un tema de controversia; sin embargo, el trasfondo que representa una baja producción en generación eléctrica y de combustibles en cualquier país o economía es un tema alarmante por la cantidad y consecuencias de los problemas que puede conllevar no atender y revertir dichos temas.

3.1 Seguridad Energética

A lo largo de los años se han realizado numerosas definiciones de “seguridad energética”, pero a pesar de existir una gran cantidad de especificaciones se vuelve una tarea sumamente difícil encontrar definiciones por parte de gobiernos y países, ya que por lo general pueden enfocarse en acciones y programas; sin embargo, al existir numerosas definiciones y diferentes entre sí, pueden ser utilizadas para justificar acciones y políticas basados en su intuición de lo que significa la seguridad energética. Con lo cual se generan dos vertientes, el primero es que el significado se vuelve difuso y en algunos casos incoherente al no existir una definición clara y predilecta; el segundo es que puede buscar y utilizar una definición según convenga cada caso particular (Sovacool, 2011, pág. 3).

En primera instancia la seguridad energética es: “la disponibilidad ininterrumpida de recursos energéticos a un precio asequible” (International Energy Agency, trad. en 2019), esta acción debe estar garantizada por el Estado. Sin embargo, esto trata de una mera definición de entre tantas que existen para diversos autores; ya que la seguridad energética es un tema que engloba más que una sola acción y tiene vastas repercusiones a pesar de que la percepción que se tiene de manera cotidiana sobre la misma es comúnmente subestimada y en ocasiones manipulada de acuerdo con los objetivos de cada gobierno.

En la actualidad, la gran mayoría de los países se preocupan únicamente por la existencia de una continuidad de oferta energética que garantice cubrir las necesidades en sus economías, empresas y familias, como consecuencia de que una de las definiciones de seguridad energética comúnmente aceptadas es aquella proporcionada por la IEA, previamente mencionada. Con este propósito, cada gobierno genera políticas energéticas nacionales, con lo cual la seguridad energética continuamente se convierte en una parte integral de las políticas económicas y sociales de cada país, por lo que permanece como una preocupación persistente al perder de vista los temas que conlleva el enfocarse únicamente a satisfacer los requerimientos sin analizar el trasfondo.

Al concentrar una mayor preocupación en una oferta energética que sea suficiente para todos y cada uno de los sectores que la requieran y que, a su vez, esta no disminuya, se vuelve sumamente fácil que se pierda el centro del problema en la seguridad energética que va más allá de saciar la demanda energética a como dé lugar. En cambio la energía tiene gran cantidad de enfoques incluso entre expertos en la materia, ya que científicos podrían inclinarse en un plano de eficiencia en la quema de combustible, mientras que un experto en el medio ambiente haría a un lado el tema de la eficiencia eléctrica a cambio de un menor impacto con respecto a la polución; a su vez un analista de precios se centraría en la variación de estos en comparación con un experto en el bienestar social que se enfoque en llevarlo hacia todas las clases sociales que requieran cualquier tipo de energía o inclusive como un instrumento de política y su uso para las negociaciones.

Debido a lo anterior, los gobiernos continuamente dirigen su atención hacia la construcción de cadenas de suministro que perciben como confiables, toda vez que su principal apreciación se enfoque en el uso político; basado en preferencias económicas y contratos que tengan la posibilidad de entregar el volumen necesario de recursos energéticos a un país. Empero, aún en este mundo moderno, la agitación internacional sigue siendo una constante, con lo cual las cadenas de suministro y contratos se encuentran sujetos a constantes luchas de poder entre países provocando que toda clase de interrupciones y renegociaciones tengan lugar en momentos poco esperados.

Por lo anterior, las fuentes de suministro externas y sus contratos normalmente sirven a los países que las demandan en términos de corto y mediano plazo, además de ser una prioridad para su funcionamiento; en cambio en el largo plazo se encuentran sumamente vulnerables. Conforme aumenta el periodo de importación, se emplean estos métodos de recepción de energía y, al considerar los cambios de gobiernos, cambios de los regímenes políticos y la aceleración del agotamiento de recursos por parte del país proveedor, esto conlleva a lidiar constantemente con una dependencia hacia los países proveedores. Sin mencionar que puede generar un importante descuido en la producción interna puesto que el

intercambio puede resultar beneficioso para ambos países; sin embargo, al tratarse de un tema tan importante como la energía, uno de los países dentro del intercambio puede encontrarse en una creciente y silenciosa desventaja conforme se alarguen y profundicen sus periodos de cadenas de suministro.

3.1.1 La evolución del concepto de seguridad energética

En el siglo XX las preocupaciones sobre la energía, que cada vez llegaba a rincones más lejanos del mundo y crecía de manera acelerada, desembocaban en un solo tema, el acceso al petróleo al volverse más eficiente que el carbón. Su importancia geopolítica ha sido reconocida desde el principio del siglo, no sólo debido a su papel crucial en la industrialización de la economía mundial, sino también por su importancia estratégica en las dos guerras mundiales e inclusive llegar a ser un motivo para la generación de posibles nuevos conflictos. Al volverse la fuente principal de energía para numerosos sectores como el transporte, manufactura, producción alimentaria, atención médica, calentamiento y generación eléctrica. Pero contrario a lo que pudiese pensarse, hacerse de grandes cantidades de petróleo a lo largo del siglo no era tarea sencilla, sobre todo al ser un siglo lleno de guerras que cada vez eran más letales y, como fuente de combustible, el petróleo era un activo táctico tanto para la negociación como para la provocación, con lo que este periodo era sumamente ríspido.

Por tanto, salvo por unas pocas excepciones, las economías industrializadas encontraban grandes dificultades para mantener con un abastecimiento constante en medio de conflictos bélicos, con lo cual no producían suficiente petróleo para igualar la creciente demanda energética que tenían y, en consecuencia, dependieron de importaciones de algunos países, que después de ser colonias, se habían convertido en naciones soberanas con gran cantidad de recursos tal como el caso de EE.UU. Estos países dependieron de las rentas petroleras para su crecimiento económico, así como para fortalecer la estabilidad política y afianzar unión social.

Para 1960, se da uno de los sucesos más importantes en materia energética, la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC por sus siglas en inglés). En primera instancia fueron cinco países fundadores (Irán, Irak, Kuwait, Arabia Saudita y Venezuela) cuyo primer objetivo era combatir a las empresas multinacionales que controlaban el mercado el caso de Royal Dutch Shell, British Petroleum, entre otras (Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2022). A lo largo de esa década se unieron Catar, Indonesia, Libia, Emiratos Árabes Unidos y Argelia. Con lo cual se conformó un bloque de gran poder e incidencia en el mercado energético.

El hasta entonces nuevo balance establecido, tras quitar gran parte del poder a empresas multinacionales, en el mercado de petróleo fue roto en 1973, cuando la mayoría de los países árabes miembros y no miembros de la OPEC prohibieron la exportación, inicialmente a EE.UU., Reino Unido, Canadá, Japón, Holanda y, después a otros países en respuesta al tardío apoyo a Israel durante la guerra de Yom Kippur. Esto llevó a un álgido incremento en los precios del petróleo y resultando en una crisis económica.

Al mismo tiempo resultó en el desarrollo de una estrategia para hacer que la oferta de petróleo dejase menos vulnerable a los países industrializados, después de perder poder posterior a la creación de la OPEC, quien había concentrado países fundamentales en la producción de petróleo mientras las economías desarrolladas habían perdido gran influencia. Un aspecto clave de la estrategia para contrarrestar a los países Árabes, fue el establecimiento de una estructura internacional por parte de los países industriales donde incluía: i) Crear la Agencia Internacional de Energía (IEA) para poder apoyar a la coordinación de los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos en respuesta a futuras perturbaciones; ii) apoyar el mercado internacional del petróleo en el cual ningún actor (una vez se hubiese concentrado suficiente poder) tuviese la habilidad para desestabilizar la oferta; y ; iii) consolidar la influencia política de los Estados Unidos y pronosticando su hegemonía militar en las regiones productoras de petróleo.

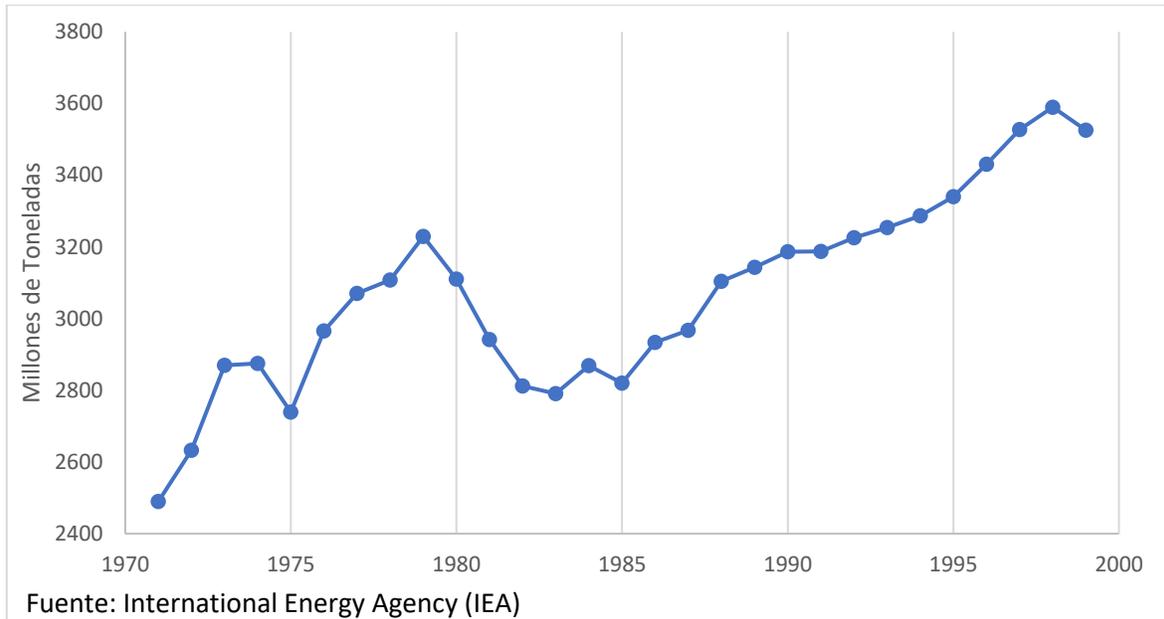
Aunado a esto, la extracción del petróleo comenzó en áreas nuevas como lo es Alaska y la región norte de Estados Unidos que permitió a los países no pertenecientes a la OPEC una forma de obtener petróleo que considerara los intereses del occidente. Mientras, otras fuentes de energía como el gas y la energía nuclear, junto con la eficiencia y conservación, recibieron una atención importante, pero a pesar del entusiasmo que generaban estas nuevas fuentes de energía, se requería de investigación e inversión para poder mejorarlas y emplearlas, por lo que el petróleo continuaba con la mayor y más importante incidencia a nivel mundial en el mercado energético.

En adelante, el modelo de un libre mercado comenzó a hacerse presente en la década de 1980, con aquellos que argumentaban que el mismo tenía las facultades para autoajustarse. Por lo anterior, este modelo recaía en la premisa de la existencia natural de equilibrio entre oferta y demanda, por tanto, con la creencia que la seguridad energética era el resultado de una confianza en las fuerzas de mercado y reduciendo la intervención de gobierno, pero esta era la percepción por parte de los países fuera de la OPEC.

Para el inicio de la década, los conflictos entre Irán e Irak provocaban un choque en la producción. A su vez, los desacuerdos entre países de la OPEC que buscaban disminuir la oferta de petróleo generaron una fuerte crisis del petróleo para 1985, que desde inicios de la década se presentaban los diversos factores que desencadenarían en un fuerte golpe en la economía global y el sector energético.

Bajo el modelo de libre mercado que se había tomado por países fuera de la OPEC, la política energética en la década de 1990 incluyó una privatización de las compañías de energía, liberación del intercambio internacional y sus mercados, así como el establecimiento de algunas instituciones internacionales; en consecuencia, las preocupaciones futuras y el interés en la seguridad energética fueron menores en este periodo.

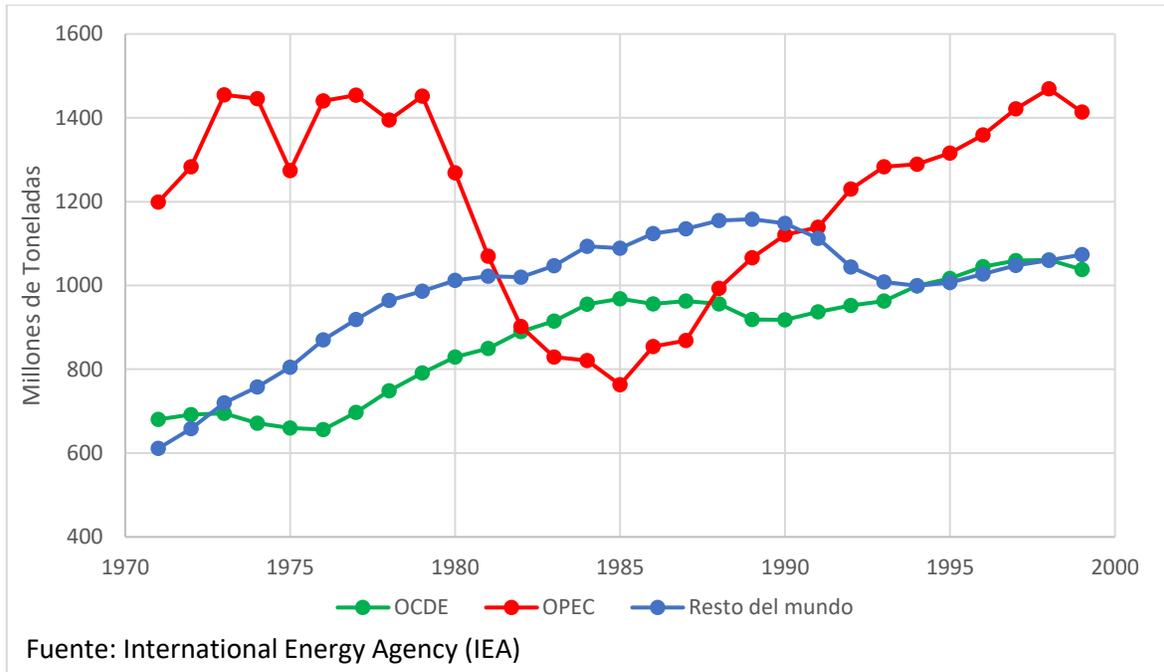
Gráfica 3.1: Producción Mundial de Petróleo, 1971-1999



La gráfica 3.1 ejemplifica de en gran medida los choques que ocurrieron a lo largo del periodo entre 1971 y 1999 en la producción al mostrar los altibajos.

Sin embargo, gráfica 3.2 ejemplifica de manera precisa el periodo en el que la OPEC controla, hasta cierto punto, la producción en la primera mitad de la década de 1970, como a finales de esta misma década EE.UU., aumenta la producción de la OCDE. Para 1980 como cae de manera estrepitosa la producción de la OPEC, mientras que el resto del mundo se mantiene al alza en el esfuerzo por controlar los precios del petróleo; así como en la última década del siglo XX se mantuvo un alza en la producción dadas las condiciones del aumento de la demanda energética.

Gráfica 3.2: Producción de Petróleo de la OCDE, OPEC y Resto del Mundo, 1971-1999.



Esto cambió rápidamente en el inicio del siglo XXI cuando la seguridad energética retomó la atención de los países industrializados al igual que en aquellos en vías de desarrollo como China e India. Primero, la volatilidad en el precio del petróleo aumentó significativamente. Entre 2000 y 2008 los precios se cuadruplicaron en un periodo único en la historia del mercado petrolero. Este fue el resultado de una fuerte especulación en los precios y futuros del hidrocarburo como consecuencia del huracán Katrina en Estados Unidos. Siguiendo de una fuerte caída en el precio debido a la recesión económica de 2008-2009, los precios se recuperaron y continuó un periodo de cinco años de estabilidad. De cualquier forma, para finales de 2014, los precios se desplomaron de nueva cuenta; esto se debió a una desaceleración en el crecimiento de economías emergentes como China, Rusia y Brasil. Tras haber experimentado un rápido crecimiento en la primera década del siglo, el desarrollo económico comenzó a detenerse en estos países después de 2010. Este acontecimiento también se provocó debido a una falla en los países de la OPEC al intentar alcanzar un acuerdo referente al límite de producción en noviembre de 2014.

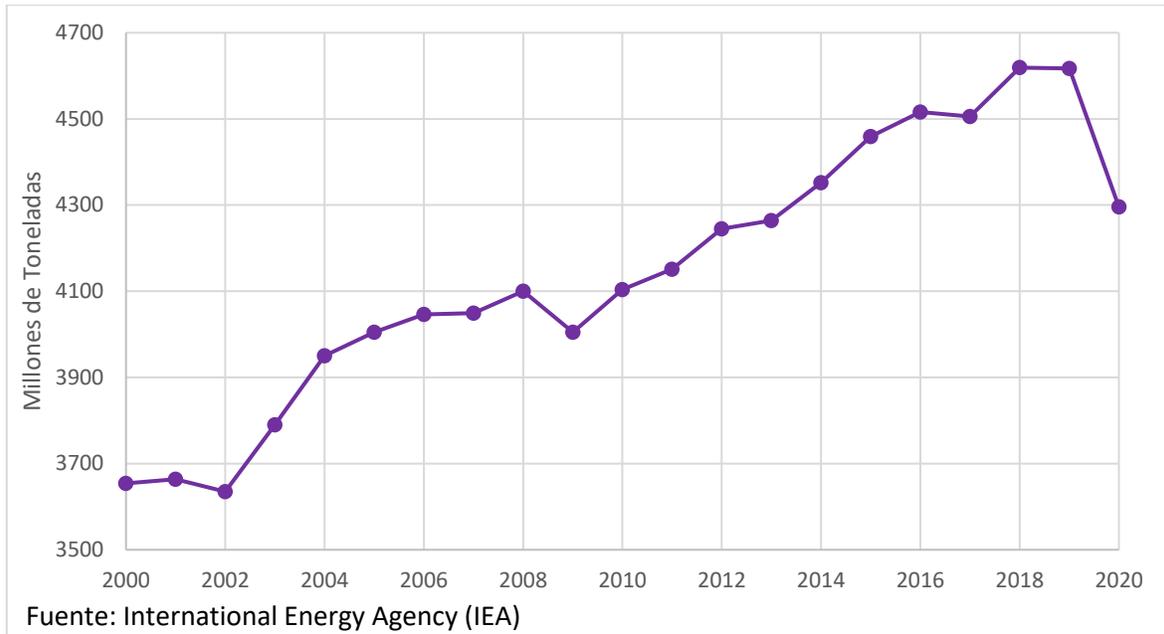
Segundo, el rápido crecimiento de la demanda proveniente de países asiáticos añadió presión a los precios del petróleo e incrementó la competencia para acceder como oferente. El impacto de la emergencia de estos nuevos poderes (que fueron grandemente responsables por el crecimiento de la demanda energética) fue acrecentado por el hecho de no ser países miembros de la IEA y, por tanto, no estar sujetos a sus mecanismos de regulación.

Tercero, existían crecientes preocupaciones por la capacidad de acceso e igualdad a la oferta de petróleo en relación con la cantidad que estaba siendo exportada o considerando la escasa posibilidad a la explotación de otras reservas (como la de Dakota del Norte y el Ártico y aguas profundas en Brasil). Dichas inquietudes fueron un potenciador importante en el aumento de los costos asociados a la exploración explotación y transporte de petróleo y gas, lo cual llevo a precios energéticos mucho más elevados al igual que implicaciones ambientales importantes.

Más allá de eso, la aceleración en el agotamiento de las reservas de los miembros de la OCDE y otros importadores de energía se volvieron un problema creciente. Consecuentemente, la producción y oferte de petróleo a nivel global se había concentrado en el medio oriente. Esto creó una vulnerabilidad en la oferta energética por eventos acontecidos en estos países y, aunado a esto, una vulnerabilidad asociada a las rutas de transporte de dichas regiones hacia los demandantes, los cuales se caracterizaban por tener numerosos lugares de obstrucción para el paso de energéticos.

Estos hechos pueden apreciarse en la gráfica 3.3 al mostrar el crecimiento tan abrupto que se dio en la producción de petróleo a partir del año 2003 y que lo único que mitigó el crecimiento fue la recesión de 2008 y, que a pesar de ello, en 2010 se recuperó la producción previa a la caída y con un crecimiento que no ha disminuido desde aquel periodo.

Gráfica 3.3: Producción Mundial de Petróleo, 2000-2020.



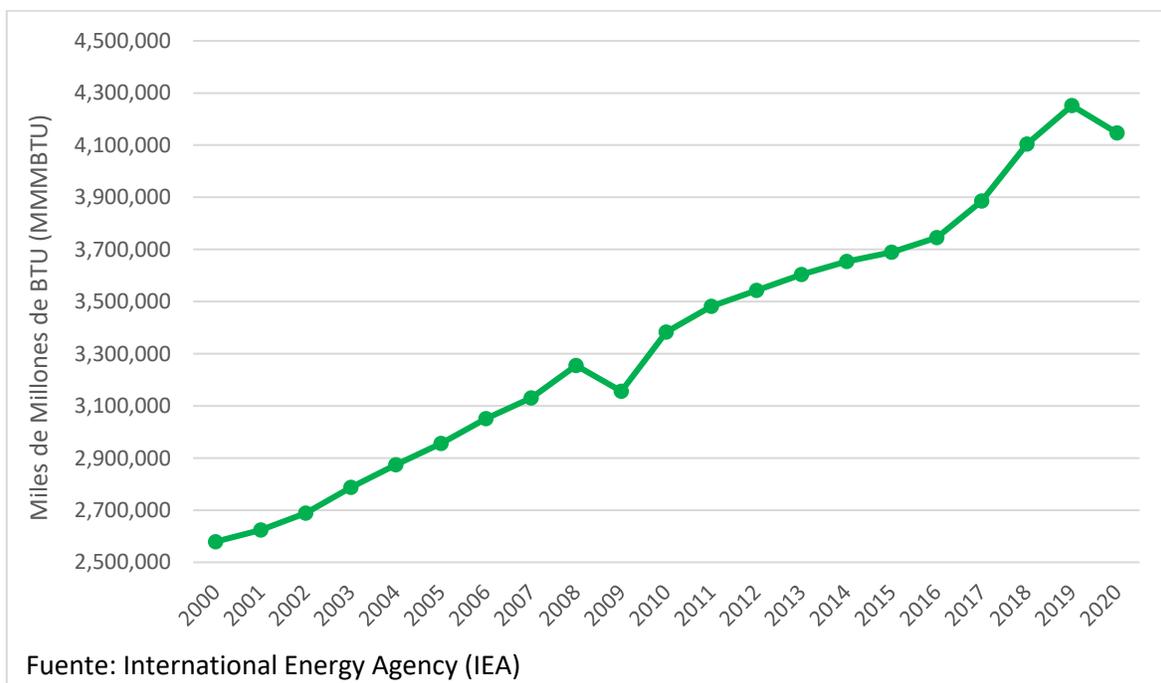
Una razón añadida y crucial, sería en la cual, contrario al modelo operante de la estructura internacional, se dio la creación de Compañías Nacionales de Petróleo (CNP), estas crearon un nuevo nivel de poder que rivalizó en el mercado internacional de petróleo. En el caso de China (importador del hidrocarburo), las CNP buscaron obtener participación en la producción de petróleo y gas de ultramar. Por su parte Rusia (exportador de petróleo y gas), las CNP administraban los recursos naturales y, por tanto, jugaron un papel fundamental en impulsar su crecimiento económico, así como colaboración política y económica internacional.

En esencia, la tradicionalmente dominante OCDE había perdido el control en el petróleo, tanto en la oferta como la demanda. El control sobre la oferta se había perdido en los 60's y 70's con la creación de la OPEC y la independencia obtenida por las naciones ricas en petróleo. Por otra parte, el control sobre la demanda había sido cedido en el principio del siglo XXI con el rápido crecimiento de la demanda proveniente de Asia y la formación de las CNP.

Numerosos factores, además de los mencionados, habían agravado la preocupación por la seguridad energética en las dos últimas décadas.

Perturbaciones en la oferta de gas natural en los países de la Unión Europea en 2006, 2009 y 2014 durante la crisis de Rusia-Ucrania, llevó a darse cuenta de la necesidad de la diversificación de rutas de abastecimiento de gas al occidente de Europa. Añadiendo accidentes nucleares habían resaltado las vulnerabilidades en los sistemas energéticos derivadas de errores humanos y desastres naturales. Lo anterior, sumado a los problemas que conllevan los desechos nucleares, habían derivado en restricciones en el uso de energía nuclear por parte de países del Occidente. Dichos accidentes, añadiendo el impacto ambiental y abusos a los derechos humanos asociados a la extracción, procesamiento y uso de energías fósiles, dieron un impacto adicional en la preocupación por la seguridad energética relacionándola con la sustentabilidad y justicia.

Gráfica 3.4: Producción Mundial de Gas Natural, 2000-2020



La gráfica 3.4 denota el crecimiento exponencial que ha sufrido la producción de gas natural al pasar de 2,579,318 MMBTU a 4,146,870 MMBTU, es decir, poco más de 1,500,000 MMBTU en 20 años, incluyendo dos grandes caídas; la primera en 2008 y la segunda en 2020 a consecuencia de la pandemia de Covid-19. Esto muestra el porqué es uno de los principales factores para la generación eléctrica a nivel mundial, así como su impacto e injerencia en todo el sector energético.

3.2 Soberanía Energética

Si bien la soberanía tiene como definición “*Poder político supremo que corresponde a un Estado independiente*”³, al tratarse de la soberanía energética el término parece engañoso. Como se mostró al inicio del capítulo, las múltiples definiciones que existen para la seguridad energética permiten que existan algunas que den por entendido que se tratase de los mismo que soberanía energética, provocando la confusión entre ambas definiciones y, a pesar de que estos van estrechamente ligados, no son lo mismo y distan entre sí.

La soberanía energética ha tomado un rol destacado en la actualidad después que se redefiniera la seguridad energética como se mostró en el tema anterior, tal es así que, en 2011 la EIA publicó un modelo de corto plazo de seguridad energética (MOSES por sus siglas en inglés), en el que se reconocía que se debían realizar estrategias que considerasen la inclusión un análisis que comprenda los riesgos económicos, políticos y naturales, además de la capacidad de recuperación en temas relacionados al sector energético.

Con lo anterior debe entenderse a la soberanía energética como la autoridad en la que debe residir el único poder político para la toma de decisiones en materia energética y que, a su vez, agentes externos no puedan utilizar el suministro de esta para incidir en sus decisiones sociales, políticas y económicas.

En particular, el hablar de soberanía energética en México no es fácil, ya que se vuelve tortuoso encontrar una definición, toda vez que, el planteamiento de la soberanía encuentra su base en propuestas y no en una definición común que permita vislumbrar la percepción que tiene el gobierno con respecto al tema de la soberanía. A pesar de tener claro que debe crear programas que refuercen la soberanía del sector, no obstante, se debe inferir la forma en la que el gobierno delimita y precisa.

³ Real Academia Española (2022).

3.3 Independencia Energética en México

Para México la seguridad energética ha sido un tema con enormes altibajos a lo largo de su historia, incluso ha sido el foco de atención en muchos periodos y en otros ha sido apartado u olvidado al pensar que se encontraba resuelto en toda su complejidad.

Cuando comenzaban las exploraciones en búsqueda de petróleo, ya que en el mundo comenzaba a hacer mucho ruido este nuevo activo, la economía mexicana se encontraba muy endeble y poco planificada como consecuencia de la revolución, por tanto, a pesar de ser un tema de atención existían prioridades para restaurar un país que venía de un largo conflicto interno. Inclusive, después de consumarse la revolución, toda la industria y la cadena de producción de petróleo, se encontraba en manos de privados que sobreexplotaban trabajadores con salarios deplorables y condiciones laborales nada favorables.

Como consecuencia, en 1938 se daba un parteaguas con respecto al sector energético. Con un decreto de la Expropiación Petrolera, el cual consistió en la apropiación legal del petróleo que explotaban 17 compañías extranjeras que tenían el control de la industria, para convertirse en propiedad de los mexicanos. Dicho decreto consistió en la expropiación legal de maquinaria, instalaciones, edificios, refinerías, estaciones de distribución, embarcaciones, oleoductos y todos los bienes muebles e inmuebles de diversas compañías. De igual forma la ya mencionada expropiación estableció que el Estado mexicano tendría control total sobre la producción y comercialización del petróleo en territorio nacional, incluyendo el mar y tierra. Esto represento que el gobierno obtuviera más recursos económicos, con lo cual se fortalecieron las finanzas públicas, y al tener buenos ingresos la actividad económica del país tuvo un incremento significativo. Bajo ese mismo esquema se crea Petróleos Mexicanos para operar toda la industria que había sido expropiada de los privados como un momento icónico en la historia de México. Ese fue el primer acercamiento del país a la seguridad y soberanía energéticas.

Sin embargo, la economía se encontraba en una situación endeble a pesar de ir mejorando las finanzas paulatinamente; por lo cual no tenía un rumbo de cómo

manejaría la búsqueda de fuentes de energía. Los primeros descubrimientos no parecían muy alentadores e inclusive en la década de 1960, México apenas contaba con 10 plantas petroleras. Fue hasta la llegada del yacimiento de Cantarell en 1971 cuando se descubrió un pozo con como ningún otro en la historia del país, lo que conllevó a un auge y emoción por la búsqueda de nuevos pozos que tuviesen condiciones similares a lo largo del Golfo de México comenzando por Campeche, atravesando por Veracruz y llegando hasta Tamaulipas.

El yacimiento era fundamental en la producción e incluso se pensó que sería el factor fundamental para volver a México un país industrializado, empero desde inicios de 1980 se vislumbraban problemas respecto al petróleo y, aunado a la volatilidad de los precios del petróleo, así como un mal manejo de las finanzas públicas del país, impidieron que se diera una mejora sustancial para la economía nacional.

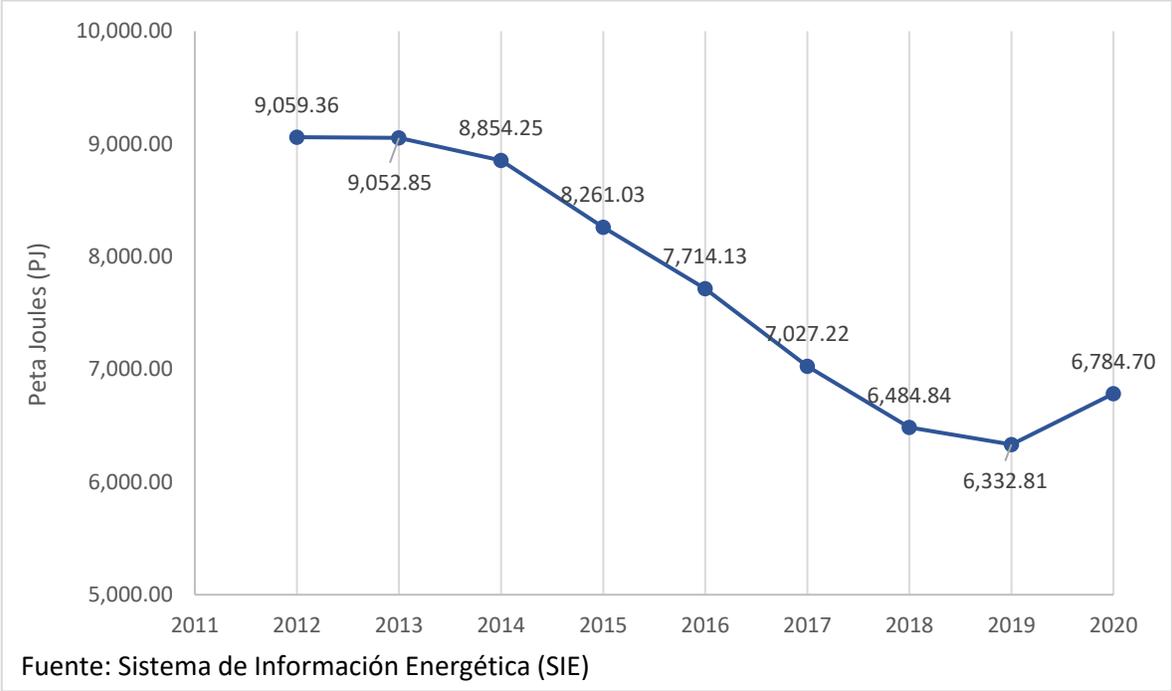
Sin embargo, a finales de los 80's e inicios de los 90's, Pemex comenzó con una época de grandes rentas petroleras, esto debido a la recuperación internacional de los precios y la producción del petróleo, convirtiéndose en especialistas en la explotación de yacimientos de aguas someras y alcanzando un precio de producción por barril de 11.27 dólares cuando el precio se encontraba cercano a los 100 dólares por barril.

A pesar de vivir un periodo próspero respecto de las rentas petroleras, el desinterés en la reinversión y el desarrollo de nuevas tecnologías provocó que para el siglo XXI, cuando se dio el agotamiento natural de los yacimientos más productivos no se tuviese un plan de respaldo para la generación energética y comenzara la importación de fuentes de energía.

El nuevo siglo trajo consigo nuevas dificultades, ya que, si bien el precio del petróleo mantenía altos niveles, la producción no lo hacía en la misma manera por el descuido creado en años anteriores, asimismo, el gas natural cada día ganaba más terreno en la generación eléctrica al carbón. Por lo que el tema de independencia energética que previamente se daba por sentado, cada día se hacía más presente.

Una muestra del porqué la independencia energética se vuelve un tema cada vez más importante es que para 2012 la producción energética se encontraba en 9,000 PetaJoules y ha disminuido a tal punto que en 2019 apenas se producen poco más de 6,000 peta Joules, es decir, una disminución del 30% de la producción energética nacional, tal como se muestra en la gráfica 3.5.

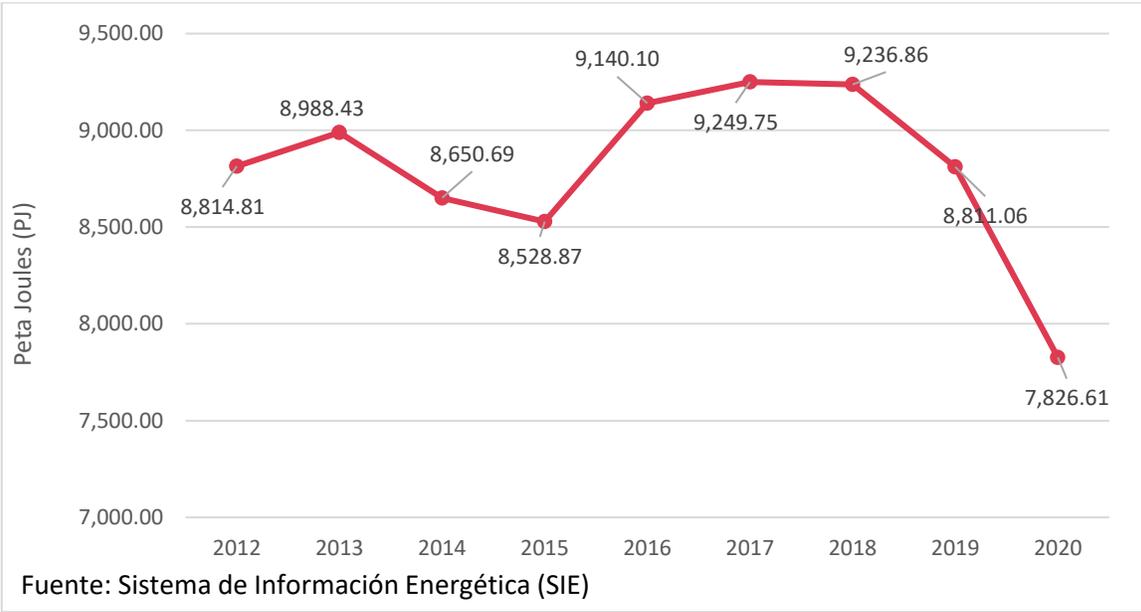
Gráfica 3.5: México: Producción Nacional de Energía 2012-2019.



Por el otro lado, el consumo energético no ha parado, sino que ha ido en aumento, tan sólo en 2012 se requerían 8,800 PetaJoules (gráfica 3.6) y tal requerimiento se encontraba completamente cubierto para ese periodo. Empero, para 2018 se elevó hasta poco más de 9,200 PetaJoules siendo de esta manera que ya no se encontraban alineadas el consumo y la oferta energéticas, en 2019 a pesar de encontrarse una disminución del consumo, los datos que se tienen muestran que la necesidad de poco más de 8,800 PetaJoules, distaba mucho de poder ser satisfecha por la producción nacional que quedaba casi 2,500 PetaJoules por debajo en 2019. En 2020, el consumo energético cayó casi 1,000 Peta Joules, con respecto al consumo de 2019, pero esto es una de las consecuencias que existieron

cuando se suscitaron las restricciones sanitarias, provocando el cierre temporal de todas aquellas empresas cuyo carácter no fuera fundamental. Lo realmente alarmante es que, a pesar de esta situación, el consumo permanecía muy por encima de la producción nacional para 2020.

Gráfica 3.6: México: Consumo Nacional de Energía 2012-2020.



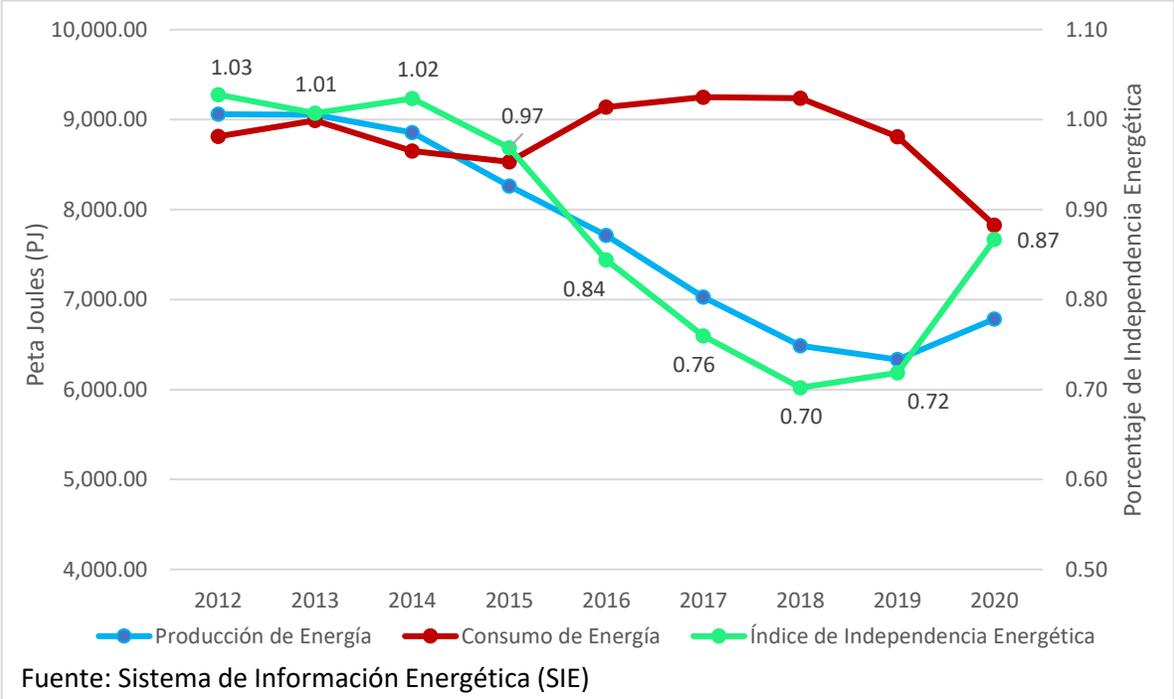
La preocupación por los temas energéticos es real, toda vez que, desde hace años existe un indicador que mide el grado de independencia energética del país, dicho índice funge como un referente de la seguridad energética por parte del gobierno, cuya definición es:

Es la relación de la energía que se produjo y la energía que se puso a disposición para las diversas actividades de consumo dentro del territorio nacional. La independencia energética es el índice utilizado a nivel internacional para medir, de forma general, el grado en que un país puede cubrir su consumo de energía derivado de su producción. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022).

Para que México sea un país independiente energéticamente requiere que este índice sea igual o mayor a 1. El país contaba con independencia energética durante la primera década del siglo XXI, sin embargo, a partir del año de 2011 por primera vez cayó por debajo del 1.10 en independencia energética y acercándose de manera peligrosa al 1, cifras que implicaban que México perdería independencia energética en poco tiempo si no se buscaba revertir la situación.

Los siguientes tres años apenas se mantuvo la independencia energética con cantidades entre 1.01 y 1.03; empero, para 2015 se caería hasta 0.97 y no sería el único año, desde entonces, nunca se ha vuelto a tener una independencia energética que incluso ha descendido a 0.70 en 2018, como denota la gráfica 3.7. Aunque para el año de 2020 (último año que el SIE registró el consumo y producción energéticos) la cifra correspondiente al índice subió hasta el 0.87, tuvo su explicación en que el consumo energético fue abismalmente menor y la producción mejoró poco más de 450 PetaJoules en el mismo año.

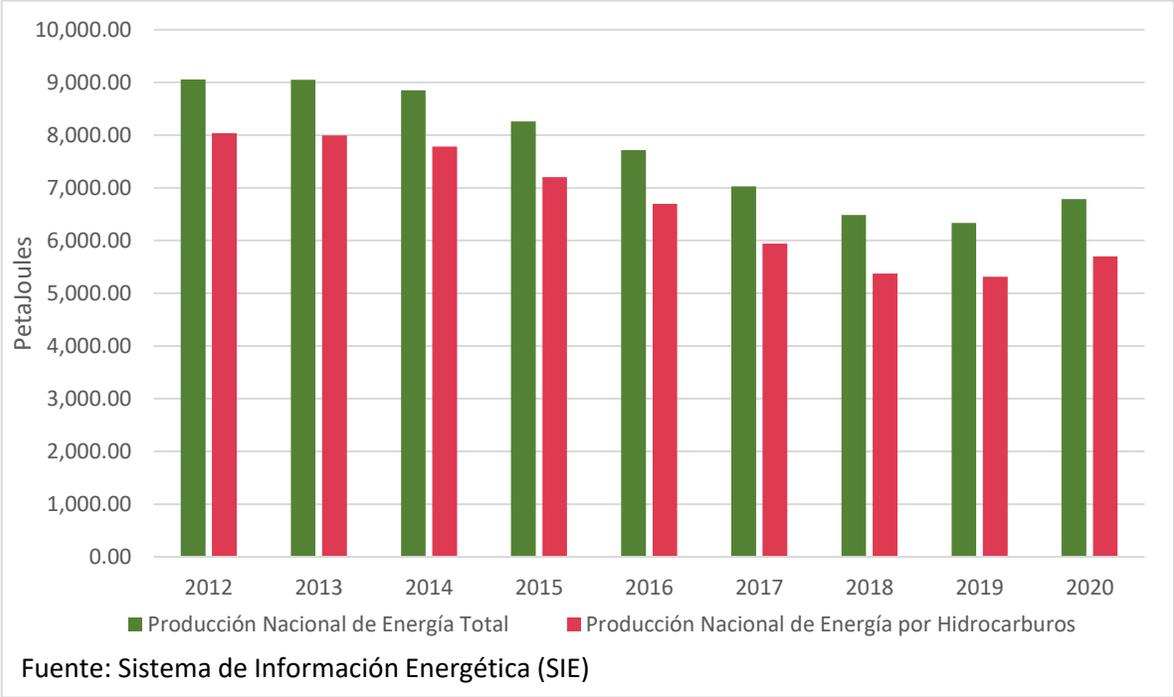
Gráfica 3.7: México: Índice de Independencia, Producción y Consumo Energéticos, 2012-2020.



Para 2021 no sería ninguna sorpresa que el índice cayera de nueva cuenta a consecuencia de la reapertura en diversos sectores y la relajación que hubo con respecto a las restricciones sanitarias que, como resultado, puedan provocar un aumento en el consumo energético, obligando a un aumento de las importaciones energéticas en dado caso que la producción no se eleve en el mismo nivel.

La razón de hablar en demasía del petróleo tiene una explicación sencilla, ya que como muestra la gráfica 3.8, gran parte de la producción nacional de energía depende directamente de los hidrocarburos (petróleo, gas y condensados). Como denota la misma gráfica, en 2012 el 88.7 por ciento de la producción proveía de los ya mencionados hidrocarburos e incluso ocho años después, en 2020 sólo había descendido su porcentaje de participación en la producción poco más de 4 por ciento al encontrarse en 84 por ciento. No obstante, sería irrisorio el dejar a un lado que el hecho de la disminución en la producción nacional de energía encuentra en gran medida la baja que ha tenido la producción nacional de hidrocarburos.

Gráfica 3.8: México: Producción Nacional de Energía: Total vs. Hidrocarburos



3.4 Cierre de Capítulo

La seguridad energética no se trata de un tema menor que sea resultado mediante una única acción, con los años y sus diversas definiciones; el lente con que se observa la seguridad energética es aquel en donde debe enfocarse en diferentes ramos de conocimiento, tanto para procurar procesos de generación energética más eficientes, que a su vez tengan un impacto menor en el ambiente y contrarrestar la polución por el bien de las personas; sin dejar de lado a las personas que a pesar de ser una era moderna tienen carencias importantes donde incluso la energía no es el mayor de los problemas, pero sí un factor que puede agravarlos.

Es por ello que se requiere de toda la fuerza del aparato Estatal que busque incentivar el sector con diferentes medios y fuentes que propicien una mayor generación, que permita al gobierno y el sector privado trabajar de manera conjunta para que el consumo, que no pretende detenerse, pueda depender en mayor medida de la capacidad de producción nacional.

El hecho de mejorar la producción nacional permite que se mejore en un tema esencial en el sector, como es la independencia energética, la cual parece que se ha deteriorado con el paso de los años y su caída con recuperaciones que no son suficientes para revertir la situación actual. Esto genera un agravante en el tema de la soberanía ya que, si se debilita la capacidad de producción, la dependencia de importaciones en un tema sumamente sensible como la energía, se convierte en un instrumento de debilidad político a nivel nacional.

Referencias

- International Energy Agency. (2019). *Nexos*. Obtenido de <https://www.iea.org/topics/energy-security>
- International Energy Agency. (Marzo de 2022). *IEA*. Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-production-by-region-1971-2020>
- Mouraviev, N., & Koulouri, A. (2019). *Energy Security*. Suiza: Palgrave Mcmillan.
- Nexos. (17 de Enero de 2019). *Nexos*. Obtenido de <https://economia.nexos.com.mx/la-seguridad-energetica-de-mexico-un-tema-que-no-se-puede-seguir-postergando/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (Abril de 2022). *OECD*. Obtenido de <https://www.oecd.org/about/>
- Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2022). *Organization of the Petroleum Exporting Countries: Brief History*. Obtenido de https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm
- Petróleos Mexicanos. (Marzo de 2022). *Pemex*. Obtenido de <https://www.pemex.com/acerca/archivo-historico/Paginas/default.aspx>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Compendio de Estadísticas Ambientales 2020*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServletc2bf.html
- Sistema de Información Energética. (Abril de 2022). *SIE*. Obtenido de https://sie.energia.gob.mx/movil.do?action=back&node=GAS_PES
- Sovacool, B. K. (2011). *The Routledge Handbook of Energy Security*. New York: Taylor & Francis Group.

Referencias de Figuras

Gráfica 3.1. International Energy Agency. (10 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-production-by-region-1971-2020>

Gráfica 3.2. International Energy Agency. (11 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-production-by-region-1971-2020>

Gráfica 3.3. International Energy Agency. (12 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-oil-production-by-region-1971-2020>

Gráfica 3.4. International Energy Agency. (13 de Agosto de 2021). Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-natural-gas-production-by-region-1973-2020>

Gráfica 3.5. Secretaría de Energía. (Marzo de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE11C01>

Gráfica 3.6. Secretaría de Energía. (17 de Marzo de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE5C01>

Gráfica 3.7. Secretaría de Energía. (2 de Abril de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE12C01>

Gráfica 3.8. Secretaría de Energía. (25 de Marzo de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=IE5C01>

4. Gas Natural, Tema de Urgencia en México

Desde 2015, se ha visto un decrecimiento en la independencia energética a nivel nacional y, como se plantea en el capítulo 3, para que México cuente con un índice favorable, su valor debe ser igual o mayor a 1; sin embargo, desde hace 7 años no se cuenta con independencia energética, poniendo en peligro la dependencia en el sector energético nacional. Si bien una de las causas por las que la caída en el índice se ha dado de tal forma es la importación de gas natural, la baja en la producción nacional del mismo, ha agravado esta situación, por lo tanto en este último capítulo se analiza la situación actual de la producción de gas natural no asociado, los cambios que ha tenido éste como efecto de las Rondas en la que se licitaron los diversos yacimientos de los que se tiene conocimiento que se encuentra dicho activo y cómo han evolucionado. De la misma forma, se muestra la inversión que se ha realizado en el gas natural no asociado y cómo la misma ha afectado a la producción o si en su caso, la inversión realizada no ha provocado ningún impacto favorable.

Así mismo, se estudia la importación que se ha realizado en gas natural para encontrar si se ha convertido en un eslabón fundamental en el sector energético de México, a razón de esto, se muestran sus volúmenes, así como los recursos que se destinan a esta actividad para contar con una mejor perspectiva del proceso y evolución que ha tenido el requerimiento del gas natural extranjero, para valorar si se trata de un factor de riesgo.

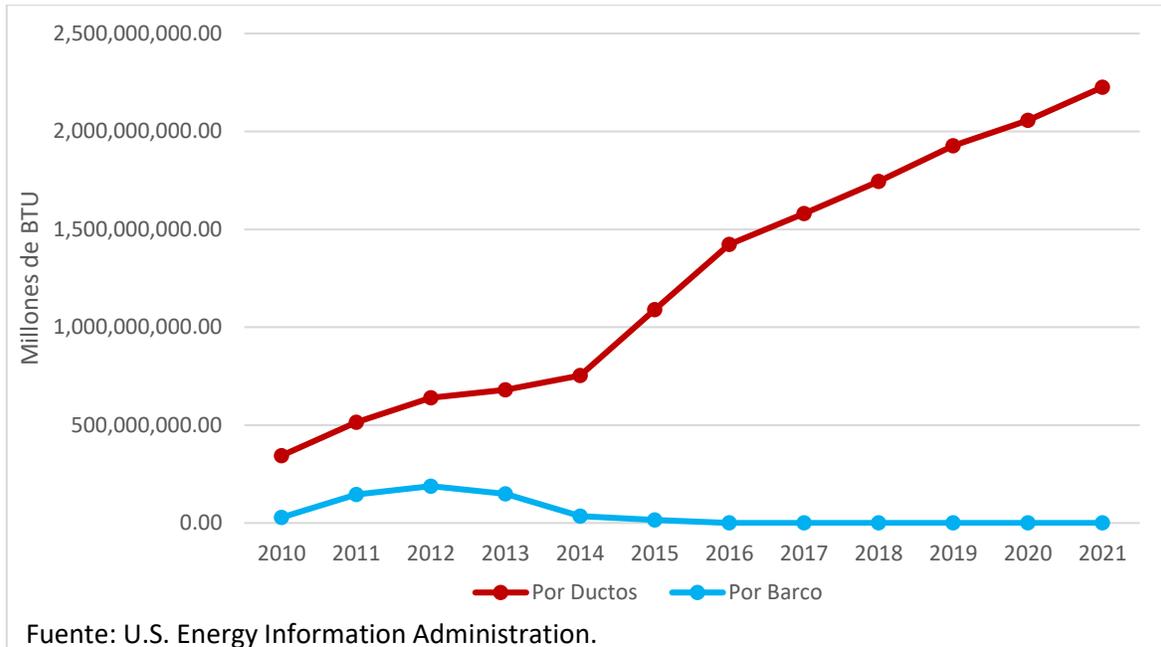
Además, se examinan los contratos celebrados para la exploración y extracción de gas natural no asociado, para comprender si estos acuerdos cuentan con las condiciones necesarias para coadyuvar en la producción de este bien y conocer si en caso de un apoyo a la inversión, puedan mejorar las condiciones actuales para mitigar la dependencia energética que se tiene del gas natural extranjero.

4.1 El Precio Real de la Importación

El hecho de que un país recurra a la importación no presenta un problema por sí mismo, toda vez que los términos del intercambio pueden ser beneficiosos para las economías involucradas al permitir que se obtengan bienes y servicios por costos menores para uno y el otro pueda beneficiarse a través de la venta de dichos bienes y servicios. Incluso en la actualidad, las cadenas globales de valor permiten que exista una fragmentación a lo largo del proceso de producción (Chiquiar & Tobal, 2019) donde se involucren dos o más economías para producir cierto bien. Unirse a lo largo de una cadena global de valor puede ayudar a mejorar a diversas economías, ya que incluso pueden resultar un atractivo para la inversión extranjera; no obstante, el intercambio es beneficioso cuando una de las economías no se vuelve altamente dependiente de otra.

Lo previamente expuesto, se encuentra altamente relacionado con el gas natural; sin embargo, es un tema diferente ya que este es una fuente de energía, que a su vez permite la generación eléctrica, con lo que se convierte en un activo esencial para cualquier país. Dependiendo en gran medida de importaciones se traduce en un problema mucho más alarmante, la gráfica 4.1 muestra el aumento sin precedentes que ha tenido la importación de gas natural proveniente de EE. UU., cuando ni siquiera la pandemia provocada por el Covid-19 en 2020, generó una disminución de éstas, incluso aumentaron casi en 130,000,000 MMBTU las importaciones por ductos a lo largo de ese año comparado con 2019.

Gráfica 4.1: México: Importación de Gas Natural proveniente de EE. UU. 2010-2021.

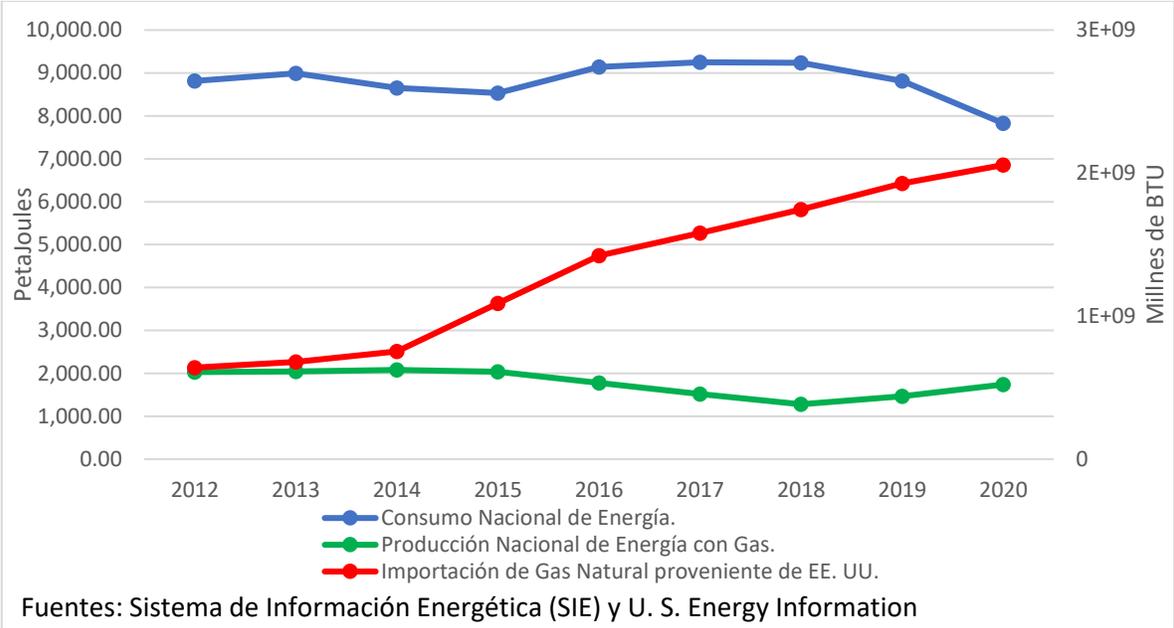


En término de precios, es comprensible que la importación de gas natural pueda ser un factor sumamente influyente en el porqué ingresan volúmenes tan altos al país provenientes de EE. UU., como consecuencia del crecimiento estrepitoso en su producción, así como los escasos procesos de separación que requieren los yacimientos que contienen gas natural, provocaron una gran disminución en los precios del bien, esto como resultado que se tuvo alrededor del 2012 con el Shale Gas mencionado en capítulos anteriores. Esto implicó que sus exportaciones a México tuviesen un aumento exponencial, al pasar de 828,613,392 MMBTU a 2,056,743,843 MMBTU (gráfica 4.1) en tan sólo 8 años, es decir, un aumento de 248% en menos de una década, por supuesto, derivado de la creación de mayor infraestructura y ductos de interconexión entre México y EE.UU. permitieron que se acrecentara el volumen de importaciones.

En el capítulo 1, se habla sobre la importancia del gas natural en México y su participación en el sector energético, con lo cual, para retomar la incidencia que tiene éste es oportuno observar la configuración del sistema de generación eléctrica del país, ya que en promedio el 85% (con variaciones por encima y debajo,

dependiendo del año) de la generación bruta de la Comisión Federal de Electricidad proviene de centrales Termoeléctricas (Sistema de Información Energética, 2022) y, dado que en el país únicamente operan tres centrales eléctricas a base de carbón (Comisión Federal de Electricidad, 2021), implica que la mayoría de la generación en dichas centrales proviene del uso de gas natural.

Gráfica 4.2: México: Consumo Nacional de Energía, Producción Nacional de Energía con Gas e Importación de Gas Natural proveniente de EE. UU. 2012-2020.



La gráfica 4.2 denota factores esenciales, toda vez que muestra la Producción Nacional de Energía con Gas (eje primario), este dato incluye tanto el gas asociado como el no asociado, por tanto, se trata de la producción total de gas, aunado a esto, no todo el gas que se produce en el país es utilizado para la generación eléctrica ya que gran parte de éste se destina a una mayor exploración de yacimientos, es decir, cuando los yacimientos requieren de mayor presión para aumentar su explotación se recurre al gas, siendo gran cantidad de volumen el que se destina a dicha acción, este acto se contempla dentro del consumo energético nacional (eje primario); sin embargo en el eje secundario contempla la importación de gas natural e incluso cuando el consumo nacional se encuentra a la baja y con una gran disminución de la actividad en los sectores a causa de la pandemia de

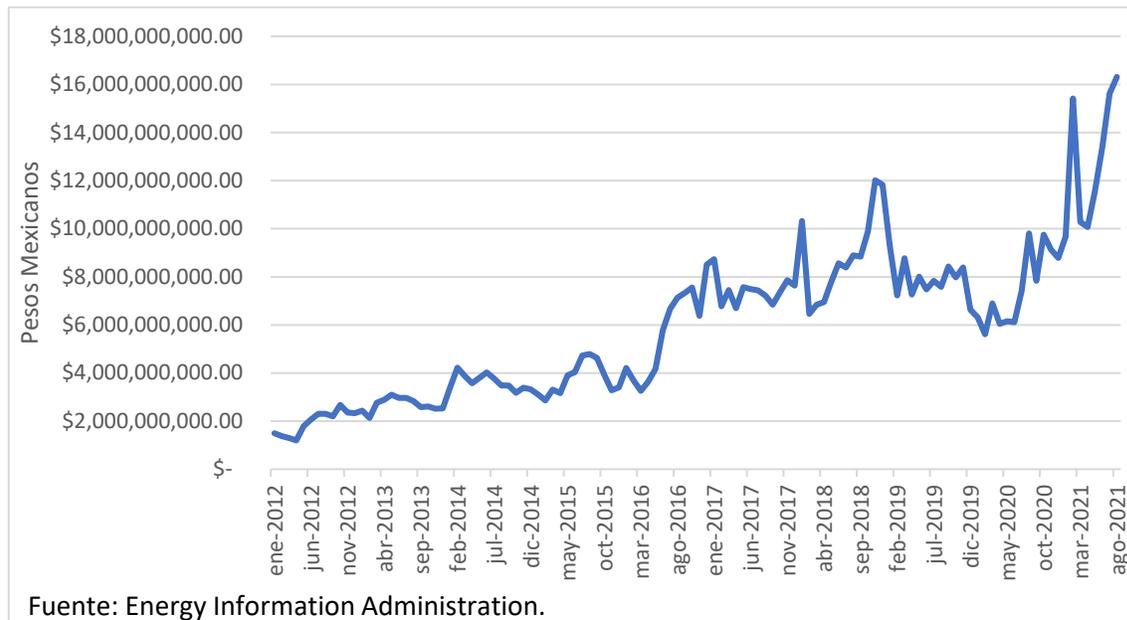
Covid-19, la demanda de gas natural proveniente de EE.UU. no sufrió disminución alguna, de hecho tuvo un aumento de poco más del 6% con respecto a las cifras de 2019.

4.2 Los Riesgos de la Importación

El tema de la importación no se trata de la simpleza de dejar de requerir gas natural y cortar de tajo el suministro extranjero, en cambio, la red de ductos de interconexión con Estados Unidos es enorme y con 15 puntos de transmisión de gas natural al territorio mexicano para poder ser utilizado en el territorio al generar electricidad o emplearlo en los pozos para aumentar la extracción en los mismos.

La gráfica 4.3 es una muestra del costo en pesos mexicanos de las importaciones de gas natural y, si para el caso del volumen de las importaciones aumenta alrededor de un 248%, en términos de costos en pesos equivale a casi 588% ya que al aumento del volumen hay que aumentar las variaciones en los precios, la inflación tanto de EE. UU. como de México, así como los problemas cíclicos que representa el sector energético donde a inicios y finales de año la demanda disminuye, sin embargo a mediados de año encuentra sus puntos más altos. Todos estos factores influyen en los precios a los que se encuentra sujeto México por la gran cantidad de gas natural que se requiere.

Gráfica 4.3: México: Costo de la Importación en pesos mexicanos de Gas Natural proveniente EE. UU. 2012-2021.



Aunado a lo anterior, se encuentra el hecho de que, en términos de costos, la importación es más barata a comparación del precio nacional, toda vez que la mayoría del gas que se encuentra en extracción se trata del asociado al petróleo, por lo que requiere de gran cantidad de procesos para su separación del resto de hidrocarburos, provocando que sea más caro y no mitigue su impacto en el medio ambiente como sucede en el caso del gas natural no asociado.

Una de las razones por las que se le quita gran cantidad de foco al tema del gas en México es la existencia del petróleo y su alta injerencia desde hace varios años en el tema de ingresos para el Estado, empero, la gráfica 4.3 muestra un flujo de salida enorme destinado a la importación del gas natural a falta de la producción nacional, ya que, si bien es entendible que en enero de 2012 no se le tomara mucha importancia por una salida de poco más de \$1,495 millones de pesos para la adquisición de gas natural; sí es trascendente que para agosto de 2021 se destinen más de \$16,315 millones de pesos en un solo mes para la obtención de este mismo recurso. Estos acontecimientos denotan de manera fundamental el crecimiento del volumen requerido, así como en términos monetarios han impactado sucesos como la inflación y la gran variación de precios. La misma variación de los precios puede

cambiar en gran medida el gasto que se haga (aunado al volumen requerido), por ejemplo, en enero de 2021, el gasto fue de poco más de \$9,669 millones de pesos, pero un mes después, en febrero del mismo año, aumenta de manera estrepitosa hasta los \$15,421 millones de pesos.

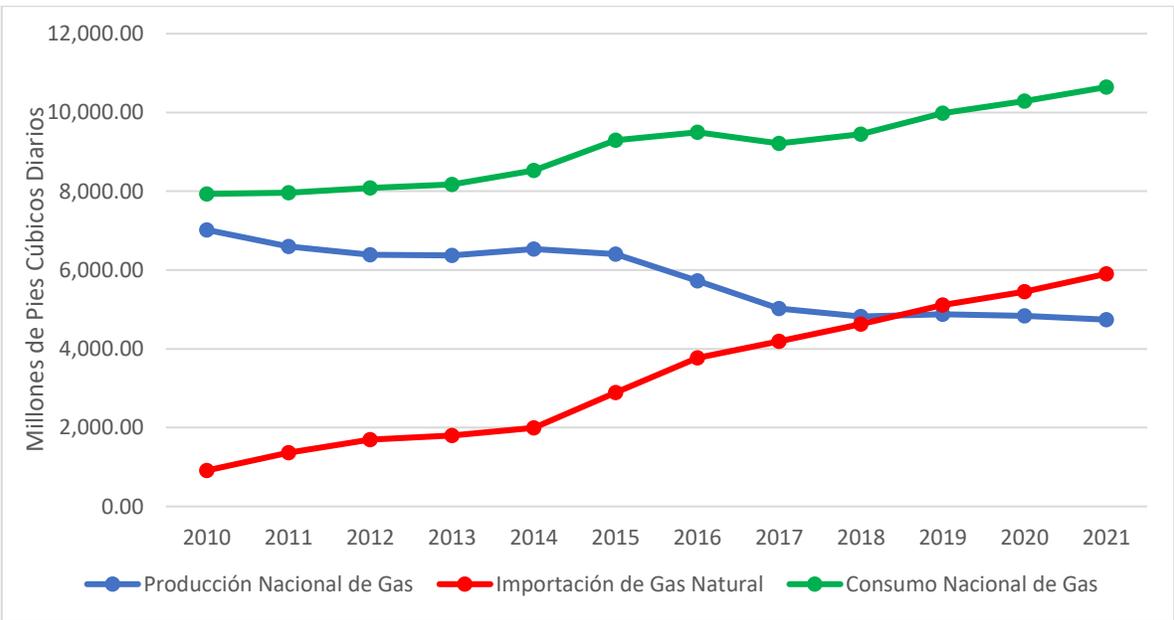
Las variaciones en el tipo de cambio, las inflaciones de ambos países, la volatilidad en los precios y el volumen requerido por México, lo hacen altamente susceptible a todos los cambios que se den en el tema de gas natural. Por consiguiente, si el petróleo es un tema fundamental dentro de la economía mexicana gracias a su aportación en la economía, el gas natural no debe ser apartado del ojo público y una cuestión fundamental para analizar y mejorar, en caso de buscar mitigar los riesgos a los que se vuelve susceptible el país a medida que se requiera un mayor volumen de gas, ateniéndose a la disponibilidad y el precio que establezca el mercado.

Insistir en el tema de las importaciones tienen un porqué, ya que como se ha expuesto desde el capítulo anterior México tiene graves problemas de independencia energética y uno de los principales componentes de dependencia es el enorme volumen de importaciones que se tiene de gas natural que, como se ha visto es más barato en comparación con el gas asociado que se produce en territorio nacional. Sin embargo, no es un tema que deba quedarse inamovible, toda vez que existe la posibilidad de mejorar este tema a través de la inversión para la exploración y extracción en gas natural que provenga de yacimientos no asociados al petróleo gracias a que este permitiría una gran disminución en los precios nacionales de gas natural. Este tema no es menor, ya que amenaza la seguridad y la soberanía energéticas que el actual gobierno busca recuperar con creces desde el inicio de su gestión.

La gráfica 4.4, a diferencia del resto, se encuentra en millones de pies cúbicos diarios (MMPCD), ya que usualmente la CNH lo maneja de dicha forma para clarificar el volumen, mientras que en esta tesina se ha presentado en millones de BTU al encontrarse en términos de energía y pueda ser comparado de manera directa con el resto de las gráficas. Sin embargo, la gráfica 4.4 es necesario tenerla

en este volumen para mostrar la gran cantidad de gas natural que se importa de manera diaria y en los términos que manejan los indicadores de SENER y CNH, con la comparativa a lo que solía producirse en el territorio nacional, incluyendo tanto el gas asociado como el no asociado al petróleo y clarificar que se pasó de un consumo total en 2010 de 8,007 MMPCD a 10,643 MPCD en 2011, pero con una tendencia inversa en la producción nacional de total de gas, dando una muestra mejor de los problemas que se encuentran en el tema del sector energético con un factor que no se le da la atención necesaria y cada vez se vuelve más alarmante para la seguridad energética nacional.

Gráfica 4.4: México: Producción, Importación de Gas y Consumo Nacional de Gas, 2010-2021.



Insistir con diferentes gráficos muestra la vulnerabilidad desde diferentes ángulos, ya que abarca aspectos como la generación, la variación de precios, el decrecimiento de la producción total de gas en el territorio mexicano y, que a pesar de no contar con toda la atención requerida, representa un gasto enorme para la obtención de recursos que parecen ser más baratos en comparación a los costos de la producción nacional; en cambio dejan la soberanía energética a merced del extranjero en un momento crítico al manejarse una política que busca y necesita mitigar el riesgo a la pérdida de la seguridad energética nacional, de la cual diversos gobiernos han carecido en fortalecerla. Ahora bien, el gas natural no es el único

factor que tiene un impacto en el sector energético, pero si las energías renovables no se encuentran en condiciones óptimas y el sector se encuentra profundamente arraigado a los hidrocarburos, es fundamental mejorar en este aspecto.

4.3 Los Ingresos por Gas Natural No Asociado

El gas natural no asociado que se encuentra en explotación en México no es aquel que aporta la mayor cantidad, ya que cuenta únicamente con 15 contratos vigentes para llevar a cabo actividades de exploración y extracción, derivados de Rondas México; y uno de ellos aún permanece en fase de exploración, por lo que carece de producción alguna; no obstante, el resto de los contratos se cuentan en fase de extracción y, como es común en cada área contractual, existen yacimientos que cuentan con una producción significativamente menor.

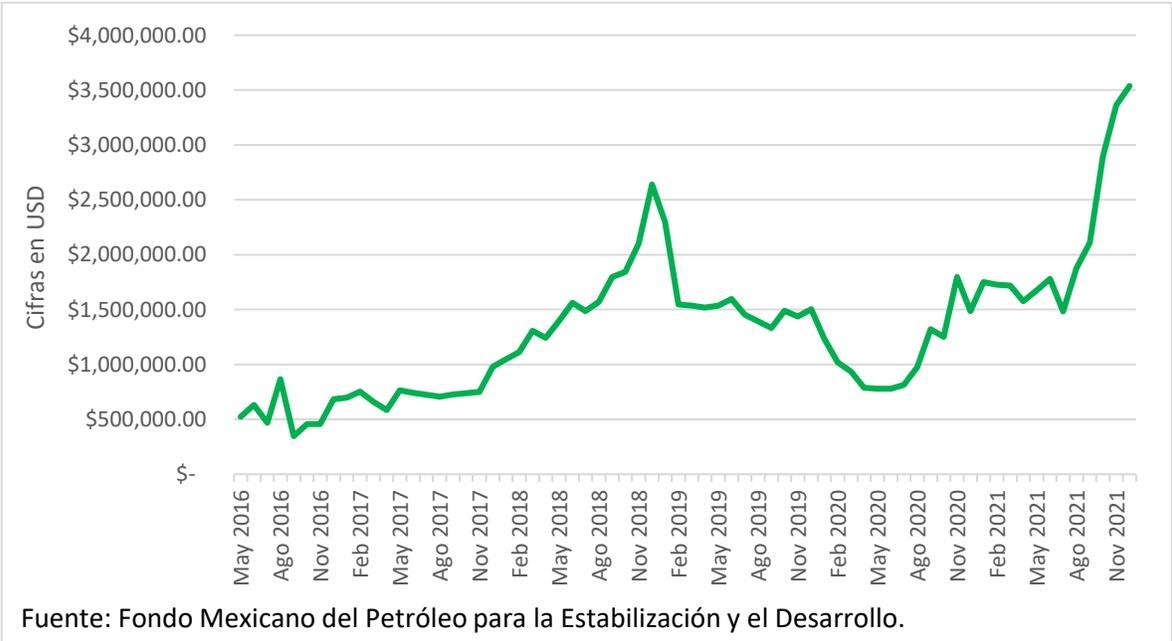
En el primer capítulo de la presente tesina, se especificaron los tipos de contratos que existen en los esquemas CSIEE y cómo estos especifican quién será el que lleve a cabo los diversos requerimientos a lo largo de la cadena de hidrocarburos, con lo cual se establece si será el Estado o las empresas privadas tendrán la consigna de cumplir con las actividades. Es necesario retomar estos contratos, ya que el gas natural que se produce en el territorio nacional proviene de los convenios bajo este esquema, siendo 13 contratos que pertenecen a la modalidad de Licencia, todos ellos con una sola empresa que se encarga del área contractual a ser explotada, con regalías base diferentes entre sí y, con base en el cálculo de la rentabilidad, se establece la regalía base que corresponde al Estado, donde existen áreas contractuales como en el caso del contrato de Licencia RF-C015-2016-015, con Strata CPB, S.A.P.I. de C.V. como operador, en la que el Estado obtiene una regalía base de 45.47% de la producción; mientras que por otro lado se encuentra el caso del contrato RF-C043-2017-040, operado por Iberoamericana de Hidrocarburos CQ, Exploración & Producción de México, S.A. de C.V., que únicamente cuenta con una regalía base de 5.87% de la producción a favor del Estado, siendo estos los contratos que producen gas natural no asociado con mayor y menor porcentaje de regalía base respectivamente.

A pesar de que en primera instancia parezca que se trata de una condición invariable, los contratos cuentan con la regalía adicional, dicha regalía adicional permite el Estado obtenga una mayor captación de recursos bajo diferentes circunstancias, como lo sería un aumento en los precios del gas natural con respecto al periodo anterior, aunado a esto, se encuentra un mecanismo de ajuste que inclusive aumenta el porcentaje de captación favorable para el Estado en casos especiales, brindando una mejor opción para que los contratos no permitan que, en caso de que se dé una producción mucho mayor a la calculada o una alza en los precios sin precedentes, se cuente con las herramientas necesarias para para restablecer los parámetros de distribución, de esta manera facilitan el hecho en que si la rentabilidad llega a ser mucho mayor a la prevista, estas herramientas actúen en los contratos con un bajo porcentaje de regalía base como el antes mencionado y, evitar que se mantengan estáticos de frente a los cambios importantes que pudiesen suscitarse con respecto a las condiciones iniciales.

Es importante tener en cuenta lo anteriormente mencionado, ya que como lo muestra la gráfica 4.5, las ganancias que se han obtenido de los 14 contratos, con Rondas y Licitaciones que iniciaron actividades tanto para la fase de exploración, como de extracción en diferentes años y meses. Toda vez que se comenzó con 6 contratos de Licencia en mayo de 2016 y al transcurrir el tiempo, se añadía un mayor número de áreas contractuales que aportaban a los ingresos a través de las regalías como consecuencia de las Rondas y Licitaciones realizadas. La misma gráfica, muestra el crecimiento que se ha tenido a través del tiempo gracias al resto de contratos que aumentan los ingresos y, dependiendo del periodo pueden encontrarse ingresos mucho mayores o una disminución importante como causa de la variación en los precios de gas natural en el mercado internacional, provocando algunos meses seguidos de aumentos en las percepciones o acontecimientos como aquel periodo después de diciembre de 2018 que, a pesar de un aumento en la producción de gas natural no asociado al pasar de 3,614,291 millones de BTU a 3,682,041 millones de BTU en enero de 2019, se dio baja en el precio del gas natural, seguido por un menor porcentaje de regalía adicional, que trajo como consecuencia la baja en la captación de ingresos a favor del Estado.

Posteriormente, en marzo del año de 2020, la crisis sanitaria generada por el Covid-19, provocan una disminución en las actividades, así como un encierro requerido para evitar la propagación del virus que, a su vez, trae como consecuencia una clara e importante disminución en la producción hasta mediados de ese mismo año donde recupera una producción similar a finales de 2019 e inicios de 2020 con lo que los ingresos se vuelven semejantes a 2019. Para el año de 2021, los ingresos para el Estado se mantuvieron estables a pesar de las variaciones a la baja en la producción que se tuvieron en el primer semestre del año, sin embargo, se sufrió un incremento en la mayoría del segundo semestre del año, lo cual se traduce de nueva cuenta en una mejora en la obtención de ingresos provenientes de los contratos, así como una mayor actividad, gracias la relajación de las medidas de prevención contra el Covid-19.

Gráfica 4.5: México: Ingresos a favor del Estado por Gas Natural No Asociado. 2016-2021.



Para generar ingresos favorables al Estado con Hidrocarburos, así como aumentar la producción de los mismos, sólo hay tres alternativas, la primera es a través del gobierno que se encargue por completo de explorar y extraer los yacimientos con posibilidades de generar una producción y que a su vez resulten viables; la segunda

alternativa, es aquella donde el Estado delega toda la responsabilidad de la extracción a empresas privadas donde tengan la posibilidad obtener un beneficio y; la tercera opción es aquella donde el Estado y el sector privado se unen para trabajar en conjunto y aumentar las posibilidades que existentes para el manejo de los yacimientos sin dejarlos descuidados. También existe una cuarta alternativa, la cual consiste en no explotar los hidrocarburos en el país, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, México tiene un alta dependencia hacia los combustibles fósiles, tanto en materia económica al encontrar el petróleo como un factor esencial para los ingresos nacionales, como en materia de generación eléctrica, al encontrar al gas natural como una fuente de generación muy por encima del resto del abanico de posibilidades como la generación hidroeléctrica que resulta ser la más cercana y, a pesar de ello, no es comparable con el gas natural; por lo cual esta alternativa sería completamente inviable para el país.

4.4 La Inversión y su Relación con la Producción de Gas Natural No Asociado

Existe una gran variedad de opciones para la generación eléctrica de una manera limpia, alternativas que se trataron en el capítulo 2, como la energía eólica, la biomasa, la hidroeléctrica, la solar o el hidrógeno, algunos de ellas cuentan con una importante participación en el sector energético de otros países o encuentran formas para volverlas más importantes o una fuente con mucho futuro, como lo es el hidrógeno, sin embargo, para México no son las fuentes más importantes e incidentes en el sector. Es por ello que, un factor esencial en la presente tesina es apoyar la explotación del gas natural no asociado que se encuentra en el país, ya que las condiciones nacionales no permitirían un cambio radical e inmediato a las fuentes de energía limpias, no obstante, es necesario apoyar su desarrollo para que a futuro puedan sustituir a los combustibles fósiles que dañan al medio ambiente con los gases de efecto invernadero y pueden provocar enfermedades en la población.

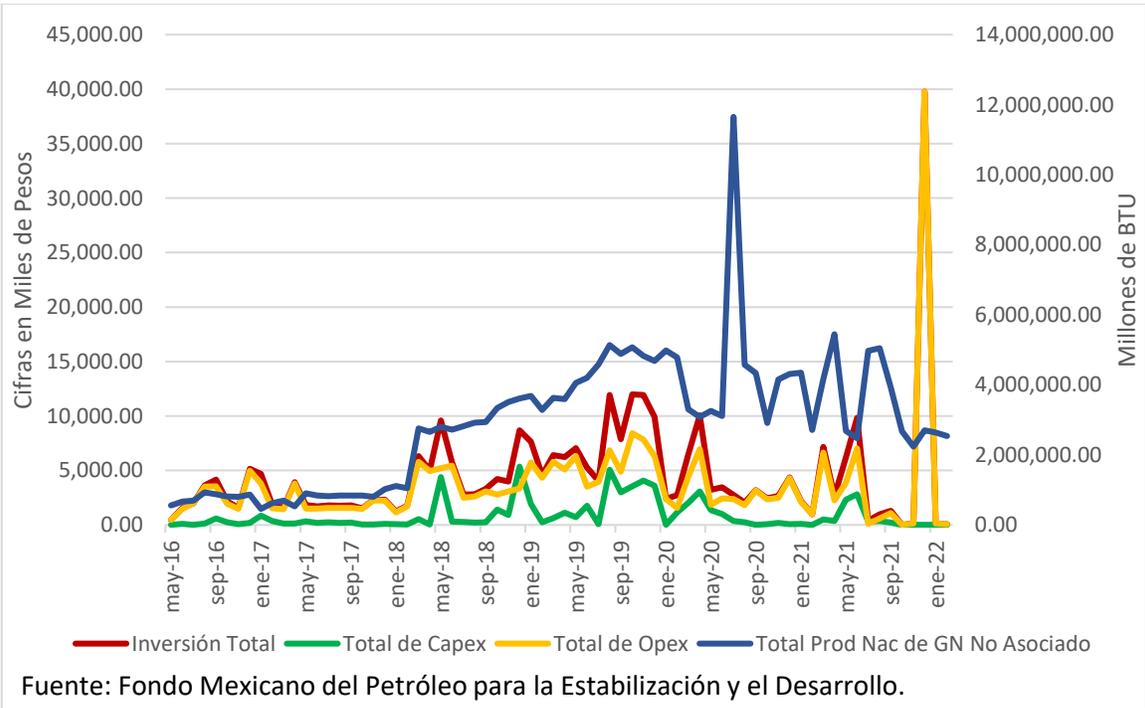
El gas natural, resulta ser el menos dañino de los hidrocarburos y el mejor aliado para la transición energética cuando se trata de disminuir el impacto que recibe el ecosistema, permitiendo obtener tiempo para desarrollar nuevas fuentes de energía limpia con un menor impacto al medio ambiente; motivo por el cual se han destacado los puntos a favor que tiene este hidrocarburo con anterioridad a lo largo del capítulo 2, como es la posibilidad del almacenamiento del CO₂ que se genera de su quema en la obtención de electricidad.

Sin embargo, los recursos con los que cuenta el gobierno no son suficientes para invertir en la totalidad de las reservas de los yacimientos que aún no han sido explorados y de los que puede obtenerse gas natural no asociado, ya que las condiciones de los diferentes campos no son homogéneas, por lo que los riesgos entre unos y otros, son altamente variables y, si se tratan de áreas con una baja probabilidad de ser rentables para la infraestructura actual de Pemex, no tendrían la condición esencial de evitar las pérdidas en su extracción y generar desequilibrios en las empresas nacionales; por lo que considero que el apoyo hacia el gas natural no asociado debe ser una combinación de esfuerzos entre el Estado y las empresas privadas, siempre con la obligación de que el gobierno mantenga aquellos yacimientos con una mayor producción bajo la operación de Pemex y aporte en mayor medida a los ingresos nacionales.

Para poder obtener una mayor producción de gas natural no asociado, es necesario realizar grandes cantidades de inversión, la gráfica 4.6 denota la importancia que conlleva la inversión, ya que incluye en el eje primario al Capex, Opex y la suma de estos como inversión total, el conjunto de estos tres componentes muestra que siguen una línea de tendencia clara cómo se relacionan entre ellos, en el eje secundario, se observa el total de la producción nacional de gas natural no asociado como muestra de la relación existente entre inversión y producción. Como primer factor se observa una muy baja producción esto a consecuencia que todos los yacimientos cuentan con un ciclo que corresponde a la explotación de un pozo, por lo que es común encontrar que en el primer año, el cual concluyó con 8 contratos, tuviesen una baja producción en comparación con la inversión total que se estaba

realizando como un factor común para encontrar la viabilidad de los yacimientos y, que estos comiencen a generar una mayor producción posterior al primer momento de inversión como en cualquier proyecto, no obstante, durante el primer año en que se encontraron los contratos relativos al gas natural no asociado derivado de las Rondas, el promedio de producción de los meses de mayo a diciembre de 2016, fue de 777,005 millones de BTU, una cifra no menor para los primeros meses de extracción. Esta tendencia de altos cifras de inversión continúa a lo largo de 2017, pero en diciembre de ese año, comienza la extracción en 5 áreas contractuales más, por lo que, hasta el mes de noviembre, la producción mantenía un promedio de 744,140 millones de BTU por mes, con la llegada de estos 5 contratos adicionales, sólo para el mes de diciembre la producción había llegado al 1,019,428 millones de BTU; no obstante, el incremento en la extracción sería paulatino. En marzo del 2018, llega el último contrato relativo al gas natural no asociado en fase de extracción, por lo que, a partir de este periodo en adelante, se pueden observar de mejor manera el comportamiento que obedece la producción.

Gráfica 4.6: México: Producción Nacional de Gas Natural No Asociado contra Inversión Total, Capex y Opex en Gas Natural No Asociado. 2016-2022.



La inversión necesaria en activo fijo, durante los primeros años no es tan elevada, debido a que los primeros 13 contratos en entrar en fase de extracción, se tratan de áreas contractuales terrestres, traduciéndose en menores costos de Capex, caso contrario del Opex que era mucho más sustancial para las actividades requeridas en los campos, con lo que se trataba del mayor incidente en el total de inversión; cuando llega el último de los contratos de gas natural no asociado a fase de extracción, al tratarse de un tipo de zona de aguas someras, el Capex aumenta considerablemente. Este último contrato es el RF-C050-2018-002 (Misión) que, al tener una extensión de 1,692.75 kilómetros cuadrados, también requería de una gran cantidad de gastos de operación debido a su longitud.

La gráfica 4.6 es crucial, ya que muestra de manera precisa que, hasta el momento, la inversión que ha sido destinada al gas natural ha generado un cambio significativo en la generación de éste hidrocarburo, sumado a los ingresos que ha tenido el Estado, ejemplifica que las Rondas han tenido un impacto positivo en los ingresos. La producción ha sufrido variaciones, la más clara es en el año de 2020, donde al igual que el resto del sector, sufrió una baja como consecuencia de la emergencia sanitaria, sin embargo, en julio de ese mismo año, mostró cifras en la producción sin precedentes, al llegar a los 11,652,703 millones de BTU. La cantidad extraída por los 14 contratos varía cada periodo, al igual que obedece al comportamiento cíclico que se tiene en el sector energético.

Un factor fundamental, que se puede apreciar es que la razón que se tiene en la inversión total es muy similar y consistente con la producción nacional de gas natural no asociado, ya que el comportamiento de los cuatro indicadores de la gráfica 4.6, a partir de 2018, reflejan condiciones muy parecidas en los aumentos y caídas que sufre los componentes, salvo pocos periodos en los que la extracción resulta ser mucho más alta de lo planeado, y a pesar de esto, periodo a periodo, la inversión muestra el impacto directo e injerencia que tiene en la producción que se obtiene, esto ayuda en demasía, ya que el poder observar de manera empírica que el apoyo que recibe el gas natural no asociado se traduce en mejoras para este y su generación, a pesar de ser pocos años los que se le han dado a este hidrocarburo,

hasta el momento ha tenido una buena respuesta en términos de producción al ser rentable para las empresas privadas que han optado por asumir el riesgo de llevar a cabo la exploración y extracción en solitario de 13 de las 14 áreas contractuales, de igual manera. Lo ingresos que ha recibido el Estado por 13 contratos han sido con el menor riesgo, ya que se trata de contrato de Licencia donde se especifica que:

El objeto del presente Contrato es la realización de las Actividades Petroleras, bajo la modalidad de contratación de licencia en virtud de lo cual se otorga al Contratista el derecho de extraer a su exclusivo costo y riesgo los Hidrocarburos propiedad del Estado en el Área Contractual, de conformidad con la Normatividad Aplicable, las Mejores Prácticas de la Industria y los términos y condiciones del presente Contrato. [...].

El Contratista será el único responsable y cubrirá todos los Costos y proveerá todo el personal, tecnología, Materiales y financiamiento necesarios para la realización de las Actividades Petroleras. El Contratista tendrá el derecho exclusivo de conducir las Actividades Petroleras en el Área Contractual, sujeto a lo establecido en el presente Contrato y en la Normatividad Aplicable. La CNH no hace ninguna declaración ni garantía de ningún tipo respecto al Área Contractual y el Contratista reconoce que no ha recibido ninguna garantía por parte de ninguna Autoridad Gubernamental que los Hidrocarburos que se encuentren en el Área Contractual serán comercialmente explotables ni que recibirá Hidrocarburos en volúmenes suficientes para cubrir los Costos en que incurra durante la realización de las Actividades Petroleras. (Rondas México, 2016, pág. 14).

Al retomar el contenido de los contratos de Licencia operados por empresas privadas, muestra las ventajas significativas que tiene el Estado, ya que como se menciona en la cita anterior, el costo y riesgo que conlleva la extracción se le atribuyen por completo al contratista, no sólo eso el equipo requerido, así como toda la inversión que sea necesaria serán proporcionadas por el contratista, sin necesidad de que el gobierno incurra en gastos al no tener la obligación de otorgar

garantías. Estos términos incluidos, permiten al Estado mitigar los riesgos a los que se podría hacer acreedor si decidiera emplear capital en la exploración y explotación de los yacimientos que, con estudios previos muestren una alta probabilidad de una nula o baja rentabilidad para la tecnología e infraestructura con la que cuenten las empresas productivas del Estado, con lo que se verían obligadas a realizar un mayor gasto e inversión para poder adquirir el equipo necesario que vuelva beneficioso el área, e inclusive el llevar a cabo un aumento no previsto en los costos, genera un nuevo cálculo para la viabilidad del proyecto, con lo que inclusive podría resultar en una mayor incertidumbre.

Dentro del contenido de los acuerdos, se incluye un Plan Mínimo de Trabajo que garantice que el contratista cumplirá de manera adecuada con el contrato y no determinará renunciar al área contractual sin ningún impedimento que se genere por el incumplimiento del convenio, en cambio, el no llevar a cabo las actividades acordadas en tiempo y forma, el contratista se vuelve acreedor a diversas penas moratorias relacionada con las faltas en las que pueda caer, ya sea de manera intencional o no, mejorando las condiciones de negociación y permitir una mayor certidumbre para el Estado.

Previo a que las áreas contractuales se encuentren muy cercanas al agotamiento de su producción o su vida útil, se realiza el procedimiento denominado como “abandono”, en bajo este procedimiento numerosas actividades que incluyen el retiro y desmantelamiento de equipo utilizado para la explotación de los campos, esta fase se incluye de igual manera en los contratos, sobre las condiciones relacionadas con esta acción se expone:

El Contratista estará obligado a llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con el Abandono del Área Contractual. El Plan de Desarrollo presentado para la aprobación de la CNH deberá contener una sección relacionada con el Abandono, la cual deberá incluir todas las actividades necesarias para el taponamiento definitivo de Pozos, restauración, remediación y en su caso, compensación ambiental del Área Contractual, desinstalación de maquinaria y equipo, y entrega ordenada y libre de escombros y desperdicios del Área

Contractual. Dichas actividades deberán realizarse conforme a las Mejores Prácticas de la Industria, al Sistema de Administración y a la Normatividad Aplicable (Rondas México, 2016, pág. 39).

La fase de abandono es esencial, ya que además de tratarse del desmantelamiento de la operación en el área contractual, tiene como objetivo implementar acciones que dejen dicha área con el menor impacto ambiental posible, es decir, que el área se encuentre en las condiciones que más se asemejen a su situación previa a la intervención humana por la búsqueda y posterior extracción de hidrocarburos. Esta es una de las fases más importantes y que generan una gran cantidad de costos, sin embargo, cuando las empresas privadas celebraron el contrato con la CNH, son las responsables de realizar el gasto necesario para dejar la superficie utilizada en las condiciones óptimas posibles, sin que el gobierno se haga acreedor a los costos que esta etapa conlleva.

Las cláusulas que se encuentran integradas en los contratos de Licencia tienen como objetivo dotar de diversos instrumentos a las instituciones que faciliten el llevar a cabo las acciones necesarias relacionadas con el contrato, ya que su participación consiste en vigilar que se realicen de manera correcta las operaciones; aprobar los planes, plazos y propuestas y, administrar los ingresos que se perciben por la producción y venta de hidrocarburos y sus derivados. Con esto, el Estado cuenta con los elementos necesarios para mitigar los grandes riesgos que conlleva invertir en proyectos que requieran de una gran inversión o que el equipo con que se cuenta no permita que sea un proyecto rentable, al transferir el riesgo a empresas privadas que demuestren tener una buena capacidad de manejar el área contractual, puede obtener un mayor flujo de producción e ingresos, así como incentivar una mayor inyección de capital destinado a la inversión.

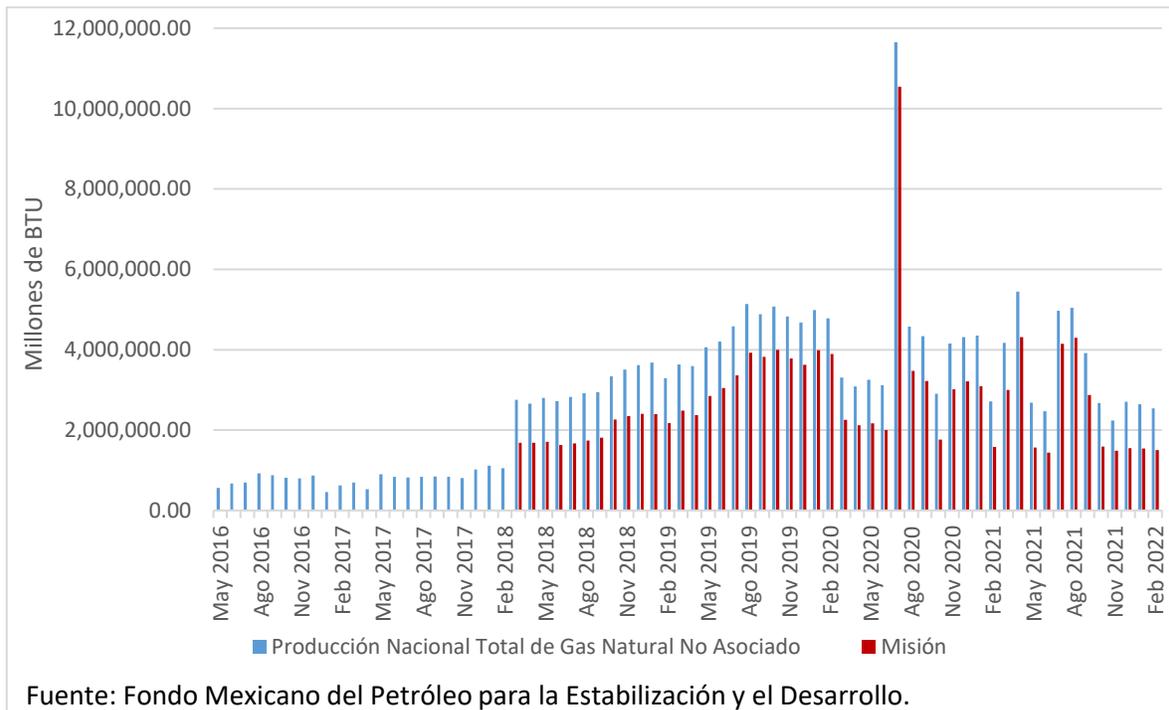
4.5 El Área Contractual de Misión

En el tema anterior, se enfatiza en los contratos de extracción de gas natural no asociado y su relación con la producción y se resaltan aquellos celebrados bajo la modalidad de Licencia, en este apartado se profundiza en el único contrato que se

llevó a cabo bajo una modalidad diferente, la modalidad de Producción Compartida, dicho contrato es el RF-C050-2018-002 (Misión), más importante que la modalidad, son las condiciones de partida de éste contrato, ya que en Misión se encuentran dos operadores: Pemex Exploración y Producción y Servicios Múltiples de Burgos, S.A. de C.V. Por lo anterior, la empresa productiva del Estado comparte los riesgos en conjunto con la privada, pero la razón que vuelve a esta área especial es la gran producción que tiene.

La gráfica 4.7, muestra de mejor manera el cambio que sufrió la producción de gas natural no asociado cuando entró en operaciones Misión, ya que los contratos previos, llevaban un aumento de manera paulatina en su producción, sin embargo, con el inicio de la fase de extracción en Misión, se tuvo un cambio abrupto para bien, toda vez que tan sólo en marzo de 2018, el primer periodo que registró producción, alcanzó una cifra de 1,683,760 millones de BTU y tuvo un promedio de extracción 1,893,263 millones de BTU en el año. Inclusive obtuvo un crecimiento significativo en su segundo año de operaciones, puesto que alcanzó un promedio de 3,153,007 millones de BTU en 2019, es decir, poco más de 1,250,000 millones de BTU más en comparación con el 2018. Si bien el 2020 no proporcionaba las mejores condiciones por las razones anteriormente expuestas, mantenía un nivel de extracción bastante elevado, pero en periodo de Julio de 2020 tuvo un pico gigante en su producción al llegar a la cifra de 10,546,308 millones de BTU, en una sola área contractual en un periodo, dicha cifra por sí misma supera a la suma de toda la producción de gas natural no asociado obtenida a lo largo de 2017 y triplica el promedio de extracción que mantuvo Misión en 2018, A pesar de ser un periodo único, resalta la relevancia que ha logrado conseguir Misión y llegar a esos niveles mientras apenas se daba un relajamiento en las medidas sanitarias, genera altas expectativas para dicha área contractual. Posterior al periodo excepcional, continuó con un buen ritmo de extracción para el resto del 2020, alcanzando un promedio de producción de 2,827,337 millones de BTU al excluir el periodo de julio y manteniendo un promedio similar a lo largo del 2021.

Gráfica 4.7: México: Total de Producción Nacional de Gas Natural No Asociado comparado con la Producción de Misión. 2016-2022.

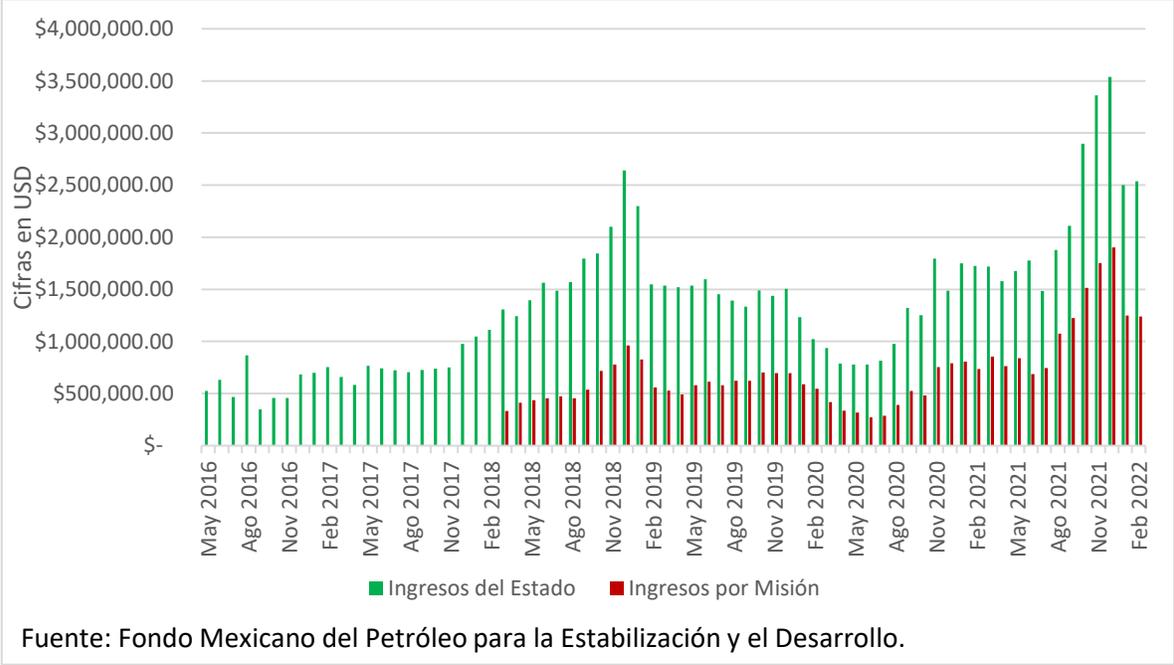


La productividad de Misión ha traído una mejora considerable en la producción de gas natural no asociado, siendo ésta una de las razones por las cuales se determina que Pemex debe ser uno de los operadores y gracias a que la empresa productiva del Estado cuenta con basta experiencia en la extracción en dicha profundidad, pero la gran extensión del área contractual requiere de apoyo y como consecuencia se une la empresa privada Servicios Múltiples de Burgos, S.A. de C.V.

Por otra parte, su aportación también se ve reflejada en los ingresos para el Estado por gas natural no asociado, aunque los ingresos se ven afectados de manera importante por las variaciones de los precios. La participación sobre la utilidad del proyecto se reparte el 65% entre las dos empresas y el 35% restante para el Estado y, si bien se podría argumentar que debería destinarse un mayor porcentaje para el Estado por la producción que se tiene, la integración de Pemex en el contrato aumenta el flujo de gas natural que utiliza la productiva del Estado para su beneficio,

ya sea al comerciar con él o inyectarlo a otros campos para aumentar la extracción de hidrocarburos.

Gráfica 4.8: México: Total de Ingresos por Gas Natural No Asociado comparado con los Ingresos de Misión. 2016-2022.



Al observar la gráfica 4.8, revela que Misión ha tenido un impacto similar en los ingresos respecto al que tuvo en a la producción, toda vez que aumentó poco a poco su incidencia en el total de las regalías pagadas a favor del Estado, pasando de 333,617 USD en marzo de 2018 a 962,187 USD para diciembre del 2018, es decir, pasó del 25% de la participación en el total de los ingresos al 36%, esto sin ser el contrato con el porcentaje más alto de regalía base a favor del Estado; en 2019, Misión acrecentó mes a mes su porcentaje de participación en el total de ingresos recibidos por regalías, dentro de este año, llegó al 48% de aportaciones en noviembre. A pesar del gran golpe que significaron los acontecimientos de 2020, la incidencia del complejo Misión en el porcentaje de los ingresos no sufrió caídas abruptas y culminó el año con un promedio del 43% de la participación en las regalías a favor del Estado; en cambio, para 2021 logró aumentar dicha incidencia alrededor de un 7%, por lo que finalizó con un promedio de 49.92%, prácticamente el 50% de los ingresos que se percibían por la extracción de gas natural no

asociado, eran provenientes del complejo Misión, confirmando que año con año crece la importancia de dicho complejo.

Por lo anterior, Misión debe mantener un foco de gran importancia dentro de la extracción de gas natural no asociado, debido a que su valor dentro del sector aumenta año con año, deben de procurarse las mejores prácticas en materia de cuidado de yacimientos para evitar una posible sobreexplotación, que tenga repercusiones desfavorables y se convierta en un caso similar a lo acontecido con los campos petroleros que conformaron a Cantarell (previamente explicado en el capítulo 1), toda vez que la producción de Misión desde su primer periodo de extracción y hasta diciembre de 2021 ha contado un promedio del 70% de la producción total de gas natural no asociado, aunado a su gran aportación en los ingresos para el Estado derivados de las regalías, sin contar que Pemex es el Operador principal del yacimiento y permite mejorar sus finanzas.

4.6 El Panorama de las Energías Limpias

Posterior a enfatizar en el presente capítulo la situación actual del gas natural en México, sus campos, áreas de oportunidad y puntos relevantes, se vuelve importante relacionarlo con la transición energética que se lleva a cabo a nivel nacional; esto se debe a que la transición energética es la ruta que debe seguirse para combatir el cambio climático provocado por los gases de efecto invernadero que provocan un aumento de la temperatura que desestabiliza los ecosistemas y los ciclos naturales. Inclusive el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) habla sobre los problemas que se generan y desencadenan a nivel mundial como consecuencia del calentamiento global, dicho grupo menciona dentro del “Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability” que la tendencia del aumento de la temperatura de la Tierra se encuentra en los 1.09°C (The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022) anuales, los estudios presentados dentro de este mismo documento muestran que este aumento en la temperatura ha generado adversidades tales como un ascenso

en el nivel del mar por encima de lo previsto así como daños en los ecosistemas, y poder corregir la aceleración que ha sufrido la temperatura del medio ambiente puede tardar entre cientos y hasta miles de años, de acuerdo con este estudio.

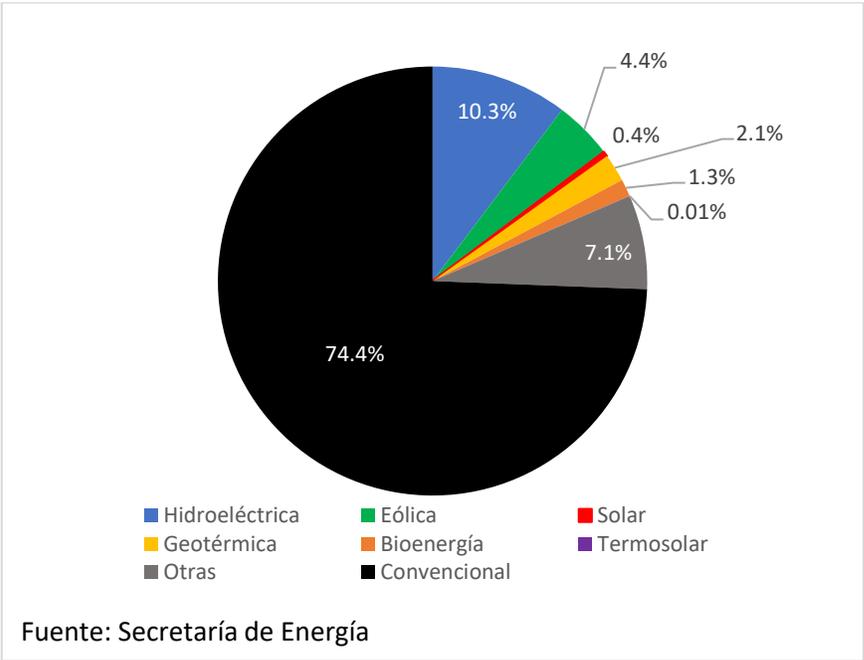
El cambio climático es provocado en gran medida por la contaminación generada a través de la combustión, que a su vez origina una liberación de gases y partículas que afectan a la salud, inclusive el IPCC hace hincapié en los daños que se producen cuando personas con un sistema inmune comprometido y enfermedades respiratorias, se encuentran con un medio ambiente que presenta una alta concentración de CO₂, azufre, entre otros, que pueden agravar su salud o comprometerla al exponerlos.

Es por ello que, en México se busca disminuir la generación de agentes contaminantes cuando se trata de la creación y obtención de energía, inclusive el gobierno mexicano cuenta con estudios como la “*Prospectiva de Energías Renovables 2018-2032*” (Secretaría de Energía, 2018) que vislumbra posibles escenarios hasta 2032, siendo esta la prospectiva más reciente para energías renovables por parte del gobierno, en dicho documento también se trata sobre el manejo actual y las posibles rutas que puede seguir el sector a nivel nacional para aminorar la huella de carbono a nivel nacional.

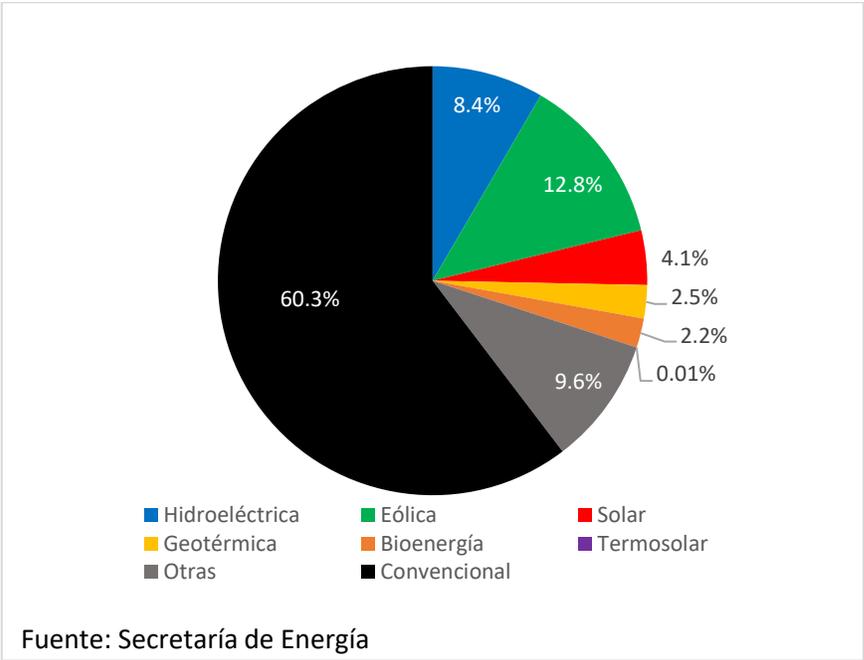
La prospectiva antes mencionada, proyecta una sustitución parcial de los combustibles fósiles que son característicos en la industria en el presente, con la premisa que para el 2030 de la generación eléctrica total a nivel nacional provendrá un 37.7% de energías limpias e inclusive para el año 2050, aumentarán su incidencia hasta el 50% de la generación eléctrica; todo esto aumentando de manera principal la capacidad instalada de energía Solar fotovoltaica y eólica con un incremento del 37.7% y 49%, respectivamente para el año de 2032. Sin embargo como se muestra en las gráficas 4.9 y 4.10, la incidencia del gas natural dentro de la obtención de electricidad continúa con un papel fundamental más allá del 2032, toda vez que, dentro de las mismas gráficas el gas natural tiene participación tanto dentro de las fuentes convencionales (las cuales incluyen carbón y gas natural), como dentro de otras fuentes, ya que estas contienen a las plantas nucleoelectricas

y de cogeneración eficiente, siendo que estas últimas funcionan con gas natural; por lo que al sumar fuentes convencionales de electricidad y otras, se tiene que la participación del gas natural disminuye del 81.5% de total de la generación eléctrica de 2018 a 69.9% para 2032.

Gráfica 4.2: México: Participación de las Tecnologías Renovables en la Generación de Energía Eléctrica 2018.



Gráfica 4.3: México: Participación de las Tecnologías Renovables en la Generación de Energía Eléctrica 2032.



No obstante lo anterior, el hecho de que México estime que para 2050, el 50% de su generación eléctrica provenga de energías limpias, muestra un escenario poco favorable para los esfuerzos como el Net Zero 2050 que busca detener por completo la generación de CO₂ y, aunado a esto, vislumbrando que México estaría dentro de los países que forman parte de este acuerdo y que no llegaría a la meta deseada; pero al mismo tiempo refuerza la idea que el gas natural requiere de atención inmediata y apoyo para el fortalecimiento de su industria y eficiencia en materia de disminución de agente contaminantes.

4.7 Cierre de Capítulo

En este capítulo final, se abordaron varios temas, pasando por el crecimiento de la importación de gas natural no asociado, las variaciones que ha sufrido el consumo y producción nacionales de energía, los riesgos que conlleva la importación, así como el precio que conlleva la misma; la inversión que se ha realizado en gas natural no asociado dentro del país, la rentabilidad que ha tenido ésta última y la importancia que Misión ha obtenido. Lo previamente mencionado es fundamental por la relación que tienen los temas entre sí, en primera instancia con un crecimiento exponencial en cuestión las importaciones de gas natural, no por la idea de que la importación sea un grave error o porque muchos recursos se destinen a esta, sino que ha crecido de manera desmedida y en un periodo no muy grande, esto ha provocado un desbalance cuantioso en el indicador de la independencia energética y al tratarse de un solo país de el que proviene tal cantidad de recursos, conlleva una vulnerabilidad sustancial en la soberanía energética al poderse emplear como un método de negociación, ya que como se ha mencionado, el gas natural es el mayor activo para la generación eléctrica a nivel nacional, provocando que la repercusión que tiene en el sector sea crucial. Dado que la producción nacional total de gas natural ha caído en gran manera desde hace varios años, aun cuando el consumo no ha cambiado de manera drástica, las importaciones han sustituido la falta de producción en el territorio nacional y cubierto los aumentos que ha sufrido el consumo energético.

El eje central del capítulo, se basa en la importancia que ha tenido la inversión en gas natural no asociado y su repercusión en la producción de éste mismo. Toda vez que, el gas natural ha sufrido un declive importante en su producción y, aunque el gas asociado pueda encontrarse en una mayor cantidad de yacimientos, como consecuencia de la extracción del petróleo, requiere de diversos procesos de separación que ocasionan un precio más caro, al igual que un impacto desfavorable para el medio ambiente. Ambas implicaciones, constituyen una ventaja fundamental para el gas natural no asociado, con precios mucho menores y una afectación significativamente menor para el ambiente. La relación que guardan tanto la inversión como la producción de gas natural no asociado, resulta fundamental para la rentabilidad de las áreas contractuales y, al observar que los proyectos han sido favorables para las partes que celebraron los contratos, facilita la promoción de nuevas Rondas en yacimientos que no han sido explorados y, aquellos que tengan un riesgo mayor, se priorice que el operador sea una empresa privada dispuesta a asumir la posibilidad de que las condiciones del yacimiento no genere altas utilidades, de esta manera el Estado no correría el riesgo y, en caso de que la empresa genere ganancias, las regalías serían favorables a los ingresos del gobierno. En cambio, si estudio previos revelan yacimientos con una alta probabilidad de rentabilidad o una gran cantidad de gas natural no asociado contenido en los yacimientos, estos deben ser operados por Pemex, pero si la extensión del campo es inmensa o sus requerimientos de infraestructura son inmensos, puede asociarse con una empresa privada que le otorgue las mejores condiciones.

Aunado al párrafo anterior, se encuentra otro tema fundamental como lo es el almacenamiento, ya que suponiendo que se dé un incremento en el 100% de la producción nacional de gas natural no asociado, no necesariamente tiene la obligación de ser comercializado, quemado o empleado en otros yacimientos al instante, toda vez que la capacidad de almacenamiento a nivel nacional de gas natural es sumamente baja, por lo que de haber una mayor producción de gas natural no asociado en México, podría destinarse paulatinamente un porcentaje al almacenamiento de este bien fundamental.

Inclusive, sería urgente que, en caso de mejorar la extracción de gas natural no asociado, se destine una parte al almacenamiento, ya que, de acuerdo con las Prospectivas de Gas Natural, existen cuatro permisos de almacenamiento para gas natural licuado y únicamente tres de ellos se encuentran en operación y la suma de la capacidad del almacenamiento de estas tres terminales de regasificación apenas rebasaría el equivalente a un día de la demanda de gas natural a nivel nacional. Cuando se tiene en cuenta que la IEA, maneja que es prioritario contar con una capacidad de almacenamiento de gas natural para 90 días en caso de impactos inesperados en la oferta de éste, provoca gran incertidumbre respecto a las condiciones de almacenamiento que se tienen, puesto que el nivel de almacenamiento que se posee equivale a poco más del 1% de los 90 días que se recomiendan.

Con lo expuesto acerca del almacenamiento actual, se agrava en demasía la situación, ya que un solo país en el que suministra cantidades estratosféricas de gas natural a México y en caso de cortarse todo el suministro de EE. UU. al país, las reservas de gas natural apenas cubrirían un día y después de ello la producción diaria no permitiría satisfacer ni la mitad de la demanda diaria. Por lo que el gas natural no sólo pone en peligro la independencia energética, sino que muestra lo endeble que es la soberanía energética en caso de que Estados Unidos decidiera usar el gas natural exportado como un factor para la negociación política y tomar ventaja de ello.

Por último, el tema de Misión es especial, ya que sin que el gas natural no asociado sea el tema prioritario entre los hidrocarburos a nivel nacional, con el escaso apoyo que ha tenido, las actividades de exploración permitieron encontrar el área contractual que genera el mayor volumen de producción de gas natural no asociado y tiene a Pemex como uno de los dos operadores. Sin embargo, por la aportación que tiene a los ingresos del Estado, debe de contar con atención articular para que se le otorguen las mejores prácticas y tenga un periodo mayor de producción e impedirse una sobreexplotación que reduzca su vida útil.

Referencias

Chiquiar, D., & Tobal, M. (2019). Cadenas Globales de Valor: Una Perspectiva Histórica . *Banco de México*.

Comisión Federal de Electricidad. (17 de Noviembre de 2021). *CFE, Comisión Federal de Electricidad*. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2389#:~:text=OPERAN%20EN%20EL%20MUNDO%20%2C330,CARB%C3%93N%20%20EN%20M%C3%89XICO%20SOLO%203&text=Mientras%20que%20en%20el%20mundo,opera%20solo%20tres%20centrales%20carboel%C3%A9ctricas>.

Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (29 de Enero de 2021). *¿Qué es el Fondo Mexicano del Petróleo?* Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/#:~:text=20%20de%20diciembre%20de%202013,el%20contrato%20constitutivo%20del%20Fideicomiso>

International Energy Agency. (2021). *Net Zero by 2050*. Paris: International Energy Agency.

México, Gobierno de la República. (2013). *Reforma Energética Resumen Ejecutivo*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11_1_.pdf

Rondas México. (10 de Mayo de 2016). *Administración de Contratos*. Obtenido de <https://rondasmexico.gob.mx/esp/contratos/cnh-r01-l03-a22015/?tab=02>

Secretaría de Energía. (2018). *Prospectiva de Energías Renovables 2018-2032*. Obtenido de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PER_18_32_F.pdf

Sistema de Información Energética. (2022). *SIE SENER*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/movil.do?action=cuadro&cvecua=IIIA1C02>

The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf

The Network of Central Banks and Supervisors for Greening the Financial System. (22 de Julio de 2022). *Climate change is one of the defining challenges of this decade*. Obtenido de <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>

Referencias de Figuras

Gráfica 4.1. U.S. Energy Information Administration. (Marzo de 2022). Obtenido de https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_m.htm

Gráfica 4.10. Secretaría de Energía. (2018). *Prospectiva de Energías Renovables 2018-2032*. Obtenido de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PER_18_32_F.pdf

Gráfica 4.2. Sistema de Información Energética (SIE) y U. S. Energy Information. (Abril de 2022). Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas> y https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_m.htm

Gráfica 4.3. : Energy Information Administration. (Abril de 2022). Obtenido de https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_pri_sum_dcu_nus_m.htm

Gráfica 4.4. Secretaría de Energía. (Marzo de 2022). *Sistema de Información Energética*. Obtenido de <https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Gráfica 4.5. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo. (Marzo de 2022). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/inicio.html>

Gráfica 4.6. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo.
(Marzo de 2022). Obtenido de
<https://www.fmped.org.mx/estadisticas/inicio.html>

Gráfica 4.7. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo.
(Marzo de 2022). Obtenido de
<https://www.fmped.org.mx/estadisticas/inicio.html>

Gráfica 4.8. Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo.
(s.f.). Obtenido de <https://www.fmped.org.mx/estadisticas/inicio.html>

Gráfica 4.9. Secretaría de Energía. (2018). *Prospectiva de Energías Renovables
2018-2032*. Obtenido de https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PER_18_32_F.pdf

Conclusiones

En la presente tesina se analizó, en primera instancia, cuál fue la dinámica productiva del gas natural no asociado a nivel nacional, así como el peso de su participación en el sector energético mexicano. De la misma manera, se abordó la cuestión de las implicaciones en términos de mejoramiento de la calidad de energía, así como de la variación finanzas públicas cuando se contó con un incremento en la producción de gas natural no asociado. Lo anterior se enmarcó dentro del importante e impostergable problema de la transición energética en México. Lo más destacable del análisis de la dinámica productiva del gas natural a nivel nacional fue que, como consecuencia de las regulaciones al sector, se ha vuelto una tarea menos complicada distinguir la extracción de gas natural entre el asociado y el no asociado, permitiendo que el presente trabajo de investigación pueda centrarse en el tipo de gas que conlleva las mayor cantidad de ventajas en materia ambiental; debido a la mejor especificación dentro del sector en determinados rubros, con información del Fondo Mexicano del Petróleo, se pudieron conseguir los ingresos obtenidos de los contratos relativos al de gas natural no asociado que ayudaron a presentar información relevante y cambios en estos mismos. Sin embargo, la elaboración de esta investigación no se dio de forma rápida, ya que el acceso a la información en varios temas requiere de trabajo muy arduo, toda vez que algunos indicadores han dejado de calcularse de manera regular en comparación con años anteriores, por lo que debe encontrarse la fuente principal, de los indicadores en años pasados y reconstruir el indicador, incluso con datos que hoy en día otra dependencia de gobierno se encarga de su gestión y publicación, esto a consecuencia los cambios que se han dado dentro las nuevas obligaciones y organismos de carácter gubernamental.

No obstante lo anterior, en el presente trabajo de investigación se aprecia que aumento en la inversión y producción del gas natural no asociado sí puede reflejar cierta mejoría hacia la soberanía energética y apoyar a la transición energética en México, así como en los ingresos fiscales. En este caso, la inversión que se ha

realizado en las áreas contractuales de gas natural no asociado ha tenido un impacto positivo en la producción de este bien, arrojando información favorable para incentivar la inversión pública y privada que permitan aumentar la extracción del gas natural no asociado que, a su vez, sí tendrían un efecto favorable para la soberanía energética, ya que, a pesar de ser sólo una parte del total del sector energético, más del 60% de la generación eléctrica proviene del gas natural y, si se eleva la producción nacional de este hidrocarburo, se reflejará de manera directa en el índice de independencia energética. Por el contrario, el apoyo del gas natural a la transición energética no encuentra una alta incidencia, toda vez que la transición hacia las energías limpias requiere de infraestructura, inversión y apoyo por parte del Estado, más que de un aumento en la cantidad extraída de gas natural que puede generar un impacto positivo en la mitigación de la liberación de emisiones de efecto invernadero. Por otra parte, los ingresos fiscales pueden llegar a aumentar en caso de que se lleven a explorar y extraigan un mayor número de yacimientos rentables de gas natural y, a su vez, disminuir los riesgos potenciales que contiene cualquier proyecto de inversión al transferir éstos a las empresas privadas y manteniendo herramientas que le permitan captar un cuantioso porcentaje de las utilidades.

Se determinó que las Rondas y la inversión actual, en materia de gas natural, han realizado una mejora sustancial en la producción de gas natural no asociado, en primera instancia, al desagregar los tipos de gas natural producidos, con lo cual se pudieron apreciar las variaciones que se tiene en la producción, así como su tendencia en aumento, con periodos que tuvieron una gran extracción; de igual manera, las Rondas propiciaron la explotación del área contractual con mayor importancia para el gas natural no asociado en la actualidad, como lo es Misión que también genera ingresos favorables para el gobierno.

Por otra parte, se determinó que un aumento en la producción del gas natural no se traduce en mejoras para la transición energética en específico, puesto que este es un apoyo en disminuir la contaminación en el medio ambiente, pero la transición energética requiere de una planeación bien esquematizada que acompañe en la

inversión e infraestructura sin dejar de lado la rentabilidad que la vuelva sostenible para el gobierno o el sector privado que decida unirse a un proyecto. Se manejaron datos en los que el gas natural apoya a la transición energética, cuando se trata de un hidrocarburo que tenga un impacto mucho menor en el medio ambiente, lo cual sí ayuda cuando se tienen proyectos de creación de energía solar, eólica, hidráulica, biomasa, etcétera y permite ganar tiempo para que dichos proyectos se terminen y mejoren. Pero por sí sólo, el gas natural no llevará al país a la transición energética.

Se demostró que, no sólo de continuar con un exceso en las importaciones de gas natural, se generarían problemas en la soberanía, sino que este ya se trata de una problemática real y actual hoy en día, toda vez que México no es un país independiente energéticamente hablando como consecuencia del desempeño de sus indicadores y, de continuar con la tendencia de las importaciones, aumentará la dependencia hacia EE. UU. y los riesgos a las soberanía energética por ser el país del que proviene prácticamente el 100% de gas natural importado. En cuanto a la transición energética, la cantidad importada de gas natural no supone un impedimento a su desarrollo, toda vez que, el gas natural no es un activo requerido para la generación de energía solar o biomasa.

En cuanto al último de los objetivos específicos de esta tesina, se comprobó que el gas natural no asociado, con un fomento en su inversión, sí es capaz de impactar positivamente los ingresos fiscales, ya que todos los contratos referentes al gas natural no asociado que se encuentran en fase de extracción, han resultado rentables tanto para las empresas privadas que se encuentran como operadoras de los campos, como para el Estado con regalías tanto base como adicional que mejoran los ingresos fiscales, los cuales presentan variaciones acordes a la producción y precios manejados durante cada periodo, inclusive ningún operador ha solicitado renunciar a los campos que operan como consecuencia de que los yacimientos ha han cumplido y superado las expectativas previstas.