



**Seguridad energética en México.
Análisis del fracking a partir de la Reforma Energética de
2013**

T E S I S

**Que para obtener el título de
Licenciado en Relaciones Internacionales**

Presenta

Jorge Herrera Martí

Director de tesis

Dr. Héctor Cuadra Montiel

Agradecimientos

ÍNDICE

Agradecimientos.....	1
Lista de gráficos	4
Introducción.....	5
Planteamiento del problema.....	12
Antecedentes del problema.....	15
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos	18
Perspectiva teórico-metodológica.....	20
Hipótesis	21
Marco Teórico.....	22

CAPÍTULO I

PANORAMA GLOBAL DEL FRACKING

1.1 Aproximaciones conceptuales	33
1.2 Introduciendo el fracking	35
1.2.1 La revolución del shale	40
1.3 La transición energética.....	42
1.3.1 La nueva matriz energética	43
1.3.2 Debate sobre el impacto medioambiental.....	47
1.3.3 Fracking: ¿Avance o retroceso?.....	58
1.4 Fracking en EE.UU.	59
1.4.1 Contexto y panorama energético	59

1.4.2 Impacto económico.....	60
1.4.3 Impacto medioambiental.....	61

CAPÍTULO II

LA REFORMA ENERGÉTICA

2.1 Marco Legal de la Reforma Energética.....	71
2.2 Seguridad energética	74
2.2.1 Política energética en México.....	78
2.2.1.1 Petróleo crudo y petrolíferos	85
2.2.1.2 Gas natural	89
2.3 La política ambiental	92
2.4 Armonización de la política energética y la política medioambiental.....	95
Reflexiones finales	97
Referencias	102

Lista de gráficos

Ilustración 1. Precio del barril de crudo de petróleo (WTI) 2000-2019	17
Ilustración 2. Niveles de securitización	26
Ilustración 3. Principales 10 países con recursos técnicamente recuperables de petróleo y gas shale	39
Ilustración 4. Emisiones de gases de Efecto Invernadero por gas, 2013	50
Ilustración 5. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por actividad humana, 2013	51
Ilustración 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por sector energético, 2013	52
Ilustración 7. Producción bruta de electricidad por fuente, 2016	53
Ilustración 8. Ciclo de vida estimado de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (g CO ₂ -eq/kWhe)	56
Ilustración 9. Panorama de hidrocarburos en los Estados Unidos	59
Ilustración 10. Panorama de hidrocarburos en México	65

Introducción

Uno de los asuntos más discutidos dentro de las agendas nacionales e internacionales ha sido el de la seguridad energética. Desde la Revolución Industrial hasta hoy en día, las fuentes de energía han sido un eje fundamental para el desarrollo industrial, militar y del transporte; que desde entonces han fungido como grandes motores de transformación política, económica, social y cultural. En la actualidad no podemos imaginar un mundo sin las tecnologías de la información, el internet, las computadoras, la energía eléctrica, los aviones y automóviles; entre tantas otras invenciones ya imprescindibles para la preservación del *modus vivendi* del ser humano. La relación que existe entre los grandes avances científicos y tecnológicos de los últimos trescientos años y el desarrollo de las nuevas fuentes de energía ha estado estrechamente ligada entre sí.

Desde el siglo XVIII, con la llegada de la Primera Revolución Industrial, el desarrollo tecnológico y económico global ha girado alrededor de los combustibles fósiles. El uso del carbón como fuente de energía fue también un motor de transformación social. A raíz de la adopción del carbón como fuente de energía, la población en Inglaterra aumentó considerablemente y comenzó el fenómeno de la migración rural hacia las ciudades; y en el sector laboral, se originó el nacimiento de la división del trabajo y la especialización de la mano de obra (Ashton, 2008, págs. 27-28). A su vez, el desarrollo de nuevas fuentes de materias primas, mercados y formas de comercio participó en la transformación de la primitiva industria agrícola, alimenticia, textil, siderúrgica y del transporte.

De forma similar, la Segunda Revolución Industrial fue la principal detonante de los grandes cambios en la organización socioeconómica del siglo XIX y XX. Esta consistió principalmente en la transición energética de la utilización del carbón como fuente primaria de energía, hacia la adopción de nuevas fuentes como el gas, el petróleo y la electricidad. En el marco de la internacionalización de la economía, los cambios técnicos que supuso la Revolución tuvieron un impacto directo en el sistema científico, educativo, laboral, empresarial y comercial; modificando por completo el núcleo del desarrollo industrial.

En esta Revolución el petróleo jugó un papel central en la expansión de los nuevos modelos industriales, principalmente en los sectores energético y de transporte. En 1848 comienza propiamente la industria petrolera con los primeros trabajos de refinamiento en Escocia para la producción de nafta, aceites lubricantes, parafina y toda una serie de nuevos materiales y sustancias. Posteriormente, en 1859 Edwin Drake perfora el primer "pozo moderno" de petróleo en Pennsylvania, desencadenando así el auge de la era petrolera en los Estados Unidos. En la industria del transporte, la invención del motor de combustión interna y el inicio de la producción masiva de automóviles significó un gran estímulo para la refinación de la gasolina, que hasta 1914, con el inicio de la Primera Guerra Mundial, había sido uno de los productos refinados del petróleo con menor demanda.

En México, el petróleo ha sido un elemento estratégico para la transformación nacional desde principios del siglo XX. Desde la expropiación petrolera hasta mediados de los años setenta imperó la filosofía de la seguridad energética como principio rector en esta materia. El tema de la seguridad energética se ha abordado como una condición en la cual se compagine la producción con la preservación de la tasa de restitución de reservas, es decir,

la relación entre las reservas y la producción. En México, dicha relación se conservó durante 20 años, hasta que comenzó a declinar a partir de 1968, cuando resultaron evidentes las consecuencias del retraso de los proyectos en el área de refinación, la declinación productiva de numerosos pozos y los saldos insatisfactorios de la exploración. La extracción de petróleo y la elaboración de petrolíferos y de productos petroquímicos buscaba la autosuficiencia energética y, subsidiariamente, contribuir al equilibrio en la balanza comercial mediante la exportación de excedentes. La seguridad energética era la divisa de la política petrolera, divisa que habría de modificarse de manera radical en los años siguientes (Aguilera Gómez, 2015, págs. 67-68).

En la actualidad la industria de los hidrocarburos representa una de las mayores fuerzas en el mercado internacional de *commodities*, siendo uno de los elementos más codiciados para efectos de comercio exterior dada su indispensabilidad como fuentes de energía para la industria química y del transporte. En el caso de México su papel ha sido mucho más importante. El petróleo ha fungido como base y motor de desarrollo nacional desde 1938, cuando el entonces presidente Cárdenas nacionalizó la industria petrolera. A partir de aquel momento el petróleo ha pasado a ser un elemento primordial, no solamente para el abasto energético de mercado local, sino sobre todo para el desarrollo económico del país, que durante décadas ha sido financiado mediante la recaudación fiscal proveniente de la industria petrolera, que alimenta una porción significativa del gasto público.

A nivel internacional, el desarrollo de la industria energética ha estado en primer plano desde la Revolución Industrial. Hace doscientos cincuenta años los únicos estados que tenían la capacidad y el interés por desarrollar y explotar las fuentes de energía eran las

potencias como Inglaterra y Francia; y posteriormente países como Estados Unidos y Japón. En la actualidad, la necesidad de desarrollar y adquirir fuentes de energía no está limitada a unos cuantos países, sino que fenómenos contemporáneos como la industrialización y la globalización han impulsado la búsqueda de energía a niveles inéditos, obligando a todos y cada uno de los estados a adoptar una política de desarrollo energético con el fin de garantizar su propia *seguridad energética*.

A partir del siglo XIX se ha demostrado el impacto negativo que la voraz actividad humana ha tenido sobre el planeta; lo que se debe principalmente al crecimiento exponencial de la población y de la creciente demanda de toda clase de bienes y de servicios. Estos últimos, a su vez, requieren de energía para su generación; lo que significa que la industria energética está teniendo un efecto, tanto directo como indirecto sobre la degradación del medio ambiente. Es por ello que dentro de las agendas de desarrollo energético a nivel internacional se pugna cada vez más por la convergencia hacia fuentes de energía que tengan un menor impacto medioambiental.

Durante la última década, el panorama energético en México se ha visto transformado por una serie de políticas públicas adoptadas a lo largo de las distintas administraciones, así como por factores coyunturales como la fluctuación internacional de precios, la disponibilidad de recursos, entre muchos otros. Durante la administración gubernamental de 2012 a 2018 la disyuntiva entre la conservación de la vieja política de desarrollo energético, sustentada en la producción petrolera; y la presión internacional por el consenso sobre la adopción de fuentes de energía limpia, orilló al Congreso de la Unión a negociar una nueva política energética. El resultado: La Reforma Energética de 2013. A partir de esta reforma se

introduce un nuevo modelo de producción de energía en el país que permite la entrada de la iniciativa privada en este sector, el rompimiento del monopolio paraestatal, la libre competencia y la posibilidad de desarrollar nuevas fuentes de energía; algunas renovables como la solar y la eólica, pero también otras como extracción de recursos no convencionales mediante fractura hidráulica. Esta reforma resulta especialmente atractiva en aquel momento dadas las cuestiones coyunturales para el mercado de hidrocarburos, donde los picos en los precios estaban siendo detonados, principalmente, por la introducción del fracking en los Estados Unidos.

Desde que comenzó la explotación de los yacimientos no convencionales a gran escala en los Estados Unidos en 2013 surgió una gran polémica sobre esta técnica y los potenciales efectos nocivos que ya entonces comenzaban a provocar reacciones entre la sociedad y la opinión pública. Entre los principales efectos nocivos, se le adjudicó al fracking la contaminación de los mantos acuíferos, el incremento de la actividad sísmica y la utilización de grandes cantidades de agua. Por otra parte, algunas de las evaluaciones técnicas sobre el impacto del fracking sugieren que también existen métodos para contener, evitar y mitigar dichos efectos.

Para llevar a cabo la perforación de un pozo mediante fracking se requiere no solamente de expertos geólogos y petroquímicos, sino que además es necesario contar con grandes capacidades tecnológicas que hasta el momento solamente existen en pocos países como los Estados Unidos y el Reino Unido. Es justamente en estos dos países donde, debido a sus capacidades tecnológicas, se ha logrado implementar esta técnica a gran escala. Por esta misma razón, ha sido en estos mismos donde se ha polarizado más el tema y se ha generado

una gran polémica entre la sociedad, la opinión pública, el gobierno, la comunidad científica y las ONGs.

Por otra parte, el fracking plantea la posibilidad de generar un nuevo dinamismo dentro de la industria petrolera y gasífera. En los Estados Unidos ya se habla de una *revolución energética* cuyo motor es la explotación intensiva de los recursos hidrocarburíferos no convencionales contenidos en el subsuelo, inexplorados hasta hace unos pocos años. Algunos de los países que cuentan con grandes reservas de lutitas, tales como Rusia, China, Sudáfrica, Argentina, Canadá y México, ya se encuentran evaluando la posibilidad de comenzar a explotar sus recursos a gran escala. En el caso de México, la Reforma Energética no solamente ya permite la explotación de estos recursos, sino que incluso se licitaron y adjudicaron los primeros campos de lutitas en 2018 para su exploración, perforación y extracción.

En el primer capítulo de esta investigación ahondaremos sobre el fracking. Comenzaremos por revisar su definición y un breve marco conceptual para poder comprender el tema desde el punto de vista de la petroquímica, de las Relaciones Internacionales, la economía y las implicaciones sociales y medioambientales. En este apartado, se detalla también el proceso histórico del fracking, analizando el debate entre la seguridad energética y la protección medioambiental, así como algunos de los mitos y realidades sobre el tema. Finalmente, se da cierre a este capítulo con un análisis del caso de éxito en los Estados Unidos, revisando el contexto y revisando el impacto energético, económico y medioambiental.

En el segundo capítulo se aborda el tema de la Reforma Energética en toda su extensión, revisando la legislación, el nuevo modelo de producción y un análisis de política de desarrollo energético y su potencial para fortalecer la seguridad energética. En este apartado revisaremos también las regulaciones emanadas de la Reforma en materia de producción de energía, desarrollo sustentable y protección al medio ambiente. Asimismo, es en este capítulo donde se hace patente el potencial del gas natural como una fuente de energía clave para la configuración de la nueva matriz energética y como *punte* hacia las energías limpias.

A la postre, vinculamos el contenido de ambos capítulos en una reflexión final donde se ofrecen los hallazgos de la presente investigación, atando los objetivos e hipótesis establecidos, así como las opiniones personales respecto a la Reforma Energética de 2013, su contribución a la seguridad energética de México y la comparación del caso de éxito de los Estados Unidos con las perspectivas de desarrollo del fracking en México y las reticencias medioambientales.

Planteamiento del problema

A principios de 2014 se comenzó en los Estados Unidos la perforación de pozos de lutitas bituminosas; formaciones rocosas que contienen hidrocarburos extraíbles mediante una técnica no convencional conocida como fracturación hidráulica o *fracking*. El éxito alcanzado en esta empresa, aunado a las grandes reservas con que cuentan los Estados Unidos generó una *revolución energética*¹ a nivel internacional. Al generarse un exceso en la oferta de crudo de petróleo y gas, debido –principalmente– a dicho sobre estímulo en la oferta por parte los Estados Unidos, los precios del mercado internacional se desplomaron en cuestión de pocos meses. Asimismo, este fenómeno energético ha tenido un gran impacto económico y social en los Estados Unidos, generando cantidades significativas de empleos directos y potenciando el desarrollo del país a partir de la derrama económica, producto de las cadenas de valor de esta nueva industria. Finalmente, la implementación de esta técnica en la industria energética de los Estados Unidos ha generado grandes beneficios comerciales, contribuyendo a contrarrestar el déficit en la balanza comercial al reducir sus importaciones netas de insumos para la industria energética.

Partiendo de este fenómeno como caso de estudio, la presente investigación tiene por objeto explorar la correlación entre la industria del *fracking* y el impacto económico, social y medio ambiental como motor principal de este nuevo auge energético; así como la

¹ Blackwill y O'Sullivan (2014) ya han hecho referencia a esta tendencia como “*shale revolution*” y la CEPAL (2013, pág. 7) como una “revolución energética”.

transformación de la matriz energética en México a partir de la reforma y el impacto para la seguridad energética del país.

En un país como México, donde “las ventas de petróleo han contribuido con cerca del 10% del PIB y aportan más de 30% a los ingresos federales” (Reyes Solís, 2013), resulta primordial la adopción de una política energética sólida y estratégica que no solamente garantice el abasto nacional, sino que aborde la producción de energía como un tema económico y de seguridad nacional y plantee una estrategia a largo plazo que proyecte los posibles resultados a futuro del mercado de energéticos. La literatura ha coincidido en que existe un declive petrolero en México en años recientes y en la necesidad de reformar la legislación del sector de manera imperiosa. En 2013 se aprobó en el Congreso de la Unión la Reforma Energética, un ambicioso proyecto para reestructurar la matriz energética del país por medio de un conjunto de leyes y estrategias conjuntas de las que se desprenden nuevos organismos gubernamentales con el fin de impulsar el desarrollo del sector a partir de la apertura a la iniciativa privada; así como de velar por la seguridad energética del país y regular la cadena de producción.

Tras un diagnóstico de las reservas de lutita bituminosa en México, se le ha colocado en la octava posición global en recursos petrolíferos recuperables, y en sexto lugar en recursos gasíferos (U.S. Department of Energy, 2013, pág. 10). A partir de dicho diagnóstico esta investigación propone un análisis de las perspectivas energéticas en México, derivado de su capacidad potencial para sumarse a la llamada *revolución energética* como uno de los principales proveedores globales de hidrocarburos, en un mundo donde se adviene ya el fin de los combustibles fósiles para dar paso a las energías limpias y renovables.

El problema que interesa a la presente investigación es el potencial impacto económico, social y medioambiental con la implementación del *fracking* en México a partir de la Reforma Energética de 2013 y su avance hasta la Ronda 3, en marzo de 2018, donde se licitaron contratos para la explotación de recursos no convencionales. La investigación busca explorar esta problemática a partir del enfoque de la seguridad energética, mediante el cual se pretende construir un argumento que esclarezca los beneficios del fracking en materia económica y social, teniendo en consideración la nueva estructura jurídica que regula su implementación para la contención de riesgos medioambientales. Tomando en cuenta la coyuntura que se presenta con la Reforma Energética, la nueva Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 y el turbulento panorama de volatilidad en los precios del petróleo y del gas natural; resulta del interés de la presente investigación el abordar e indagar sobre este tema, resultando —a mi parecer—, de gran relevancia para disciplina de las Relaciones Internacionales. El fracking ofrece un gran potencial para el desarrollo energético del país, que, realizado de manera apropiada, permitiría madurar una agenda de política exterior más ambiciosa, ganando mayores espacios de negociación frente a otros actores en la escena internacional y transformando las relaciones geopolíticas de la región.

Antecedentes del problema

Durante el siglo XX la seguridad energética en México se mantuvo estable, sobre todo en las primeras décadas, dado que la relación entre reservas y la producción de crudo se lograba conservar. No obstante, a partir del año de 1968 dicha relación comenzó a declinar al volverse evidentes las consecuencias del retraso de los proyectos en el área de refinación, la disminución productiva de numerosos pozos y los saldos insatisfactorios de la exploración. La extracción de petróleo y la elaboración de petrolíferos y de productos petroquímicos buscaban alcanzar la autosuficiencia energética y, subsidiariamente, contribuir al equilibrio en la balanza comercial mediante la exportación de excedentes. La seguridad energética era la divisa de la política petrolera, divisa que habría de modificarse de manera radical en los años siguientes (Aguilera Gómez, 2015, págs. 67-68).

En el caso mexicano, el petróleo ha fungido como base y motor de desarrollo nacional desde 1938, cuando el entonces presidente, Lázaro Cárdenas, nacionalizó la industria petrolera. A partir de aquel momento el petróleo ha pasado a ser un elemento primordial, no solamente para el abasto energético de mercado local, sino sobre todo para el desarrollo económico del país, que durante décadas ha sido financiado mediante la recaudación fiscal proveniente de la industria petrolera que aporta una porción significativa del gasto público.

Desde la Primera Guerra Mundial, la explotación de recursos energéticos se ha utilizado como herramienta de apalancamiento político; una práctica con gran presencia dentro del campo de las Relaciones Internacionales. La proveeduría de energía ha permeado las fronteras políticas, geográficas y económicas, modificando las regiones. Uno de los casos

más emblemáticos es el auge petrolero y gasífero presentado en los Estados Unidos desde fines de 2013 a partir de la implementación de una técnica de extracción de hidrocarburos no convencionales conocida como fractura hidráulica o *fracking*. Con su implementación se logró reabastecer el mercado nacional de hidrocarburos, logrando reducir sus importaciones en niveles no vistos desde la Crisis del embargo árabe de 1973. Al haber un auge inédito en la producción de hidrocarburos en los Estados Unidos, los mercados internacionales de petróleo y de gas natural se vieron afectados por este fenómeno.

Entre 2001 y 2008 el precio internacional de referencia del crudo de petróleo se mantuvo al alza, auspiciado el primero por los atentados terroristas del 11 de septiembre; y por la crisis financiera global, el segundo. A pesar de ello, en términos generales, el precio del crudo se mantuvo estable entre 2005 y 2014, oscilando en un promedio de entre 80 y 120 dólares por barril. Para noviembre de 2014 el declive de los precios ya comenzaba, rompiendo el soporte de los 80 dólares y alcanzando su punto más bajo en enero de 2016, con un valor de 30 dólares por barril. La introducción de los Estados Unidos como potencia productora de crudo aunado a la falta de acuerdos de la OPEP para definir nuevos niveles de extracción fueron dos grandes factores que provocaron la disminución de los precios de referencia del petróleo.

Ilustración 1. Precio del barril de crudo de petróleo (WTI) 2000-2019



(Macrotrends, 2019)

Con el advenimiento de esta *revolución energética* "la mayoría de los Estados productores de energía que carecen de economías diversificadas [...] saldrán perdiendo, mientras que los consumidores de energía, como China, India y otros Estados asiáticos, tienen posibilidades de ganar" (Blackwill & O'Sullivan, 2014, pág. 104). Al convertirse en una potencia productora, los Estados Unidos, a pesar del colapso de los precios, se han beneficiado enormemente de este fenómeno con la creación continua de miles de empleos directos y la riqueza generada en el sector energético; además de potenciar el desarrollo económico mediante la inversión en infraestructura, construcción y servicios; y contribuyendo en el superávit de la balanza comercial —donde las importaciones de energía suman más de la mitad del déficit.

Asimismo, se ha observado que la viabilidad de técnicas como el *fracking* está condicionada por regulaciones medioambientales. El tema energético ha pasado a formar un vínculo indisociable con el medio ambiente, por lo que el análisis de las nuevas técnicas de producción de energía de manera sustentable para el medio ambiente resulta esencial para este trabajo.

Objetivo General

El objetivo de esta investigación es analizar el potencial del *fracking* en México como un catalizador de transformación económica, política y energética a la vez que garantice los objetivos nacionales en materia de seguridad energética y se pondere su impacto medioambiental.

Objetivos Específicos

- Estudiar el fenómeno del *fracking*, evaluando la evidencia empírica recabada por la implementación de esta técnica en los Estados Unidos, con el fin de determinar las ventajas y desventajas económicas, sociales y medioambientales.
- Analizar el debate originado entre la literatura académica, la opinión pública y los documentos oficiales, con el fin de integrar una perspectiva general del tema.

- Examinar las tendencias de consumo de las distintas fuentes de energía, evaluando los compromisos medioambientales y las perspectivas para las energías renovables a nivel global.
- Determinar la viabilidad del desarrollo del *fracking* en México a partir del análisis de la Reforma Energética de 2013 y las perspectivas de política energética y medioambiental que de ella emanan, evaluando los potenciales riesgos y beneficios, así como el marco jurídico, regulatorio; la articulación institucional y las capacidades tecnológicas y financieras.
- Diagnosticar las perspectivas del *fracking* para México a partir de una extrapolación de los resultados obtenidos en los Estados Unidos en materia política, económica, social y medioambiental.

Perspectiva teórico-metodológica

Este trabajo parte de la teoría constructivista de las Relaciones Internacionales utilizando una metodología tipo exploratoria-explicativa y un enfoque cualitativo para la demostración de la investigación. Para efectos del presente estudio, el paradigma constructivista resulta el más adecuado, dado que aporta un acercamiento a las relaciones entre los Estados a partir del fin de la Guerra Fría; acontecimiento no pudo ser explicado bajo el enfoque realista clásico. Este enfoque nos permite entender las relaciones entre Estados, no necesariamente por su capacidad de ejercer su poder a través del despliegue militar y el mantenimiento de la paz mediante la disuasión y en un ambiente anárquico, como plantean las corrientes tradicionalistas; sino que busca explicar cómo las Relaciones Internacionales han sido histórica y socialmente *construidas* por medio de ideas, (más que por mero poder político) donde la identidad y los intereses de los actores toman un papel central.

La seguridad es uno de los conceptos más importantes dentro del estudio de las Relaciones Internacionales y resulta un pilar fundamental para el análisis de la presente investigación. El concepto de la seguridad para esta disciplina ha evolucionado a través de los años, y ha adoptado diversas connotaciones y enfoques en la medida que han surgido nuevos paradigmas de las Relaciones Internacionales. Uno de los acontecimientos contemporáneos que aportaron un enfoque distinto a la manera como se había abordado tradicionalmente fue la Guerra Fría. A partir de este suceso histórico, los debates de la seguridad pasaron a abordar no solamente los asuntos militares, sino que comenzaron a enfocarse también en asuntos económicos, ambientales y sociales.

Para los tradicionalistas, el entendimiento de la seguridad solamente se considera en términos militares, cerrándose a la posibilidad de ampliar el concepto. Desde su perspectiva, “la política de seguridad consiste en el uso de fuerzas armadas -el ejército y la policía- para liberar al estado y a sus ciudadanos de amenazas” (Huysmans, 1998, pág. 487). Durante la Guerra Fría, la seguridad fue crucial para el estudio de las políticas internacionales, principalmente enfocadas en asuntos políticos y militares y el uso de la fuerza, con los enfoques crítico y constructivista, que tomarían fuerza hasta fines de los años ochenta. Fue el caótico sistema global lo que aceleró las perspectivas críticas como respuesta ante las necesidades de los estudios de seguridad (Özcan, 2013, pág. 2).

Desde fines del siglo XIX, con el comienzo de la explotación de hidrocarburos a gran escala, el petróleo y el gas natural se han convertido en un insumo cada vez más apreciado en la industria energética, militar y del transporte; de ahí que su relevancia para la disciplina de las Relaciones Internacionales resulte significativa. Estudiar el fenómeno del *fracking* a partir de la perspectiva constructivista nos permite analizar la causalidad entre la extracción de recursos energéticos como una herramienta estratégica para la consecución de los objetivos nacionales de carácter geoestratégicos y económicos.

Hipótesis

El fracking tiene el potencial de impulsar un gran auge económico, político, social y energético en México, de forma similar a como ha ocurrido en los Estados Unidos. El gas natural es el hidrocarburo con mayor potencial para catalizar tal fenómeno.

Marco Teórico

En este apartado se busca establecer la relación entre los modelos teóricos de las Relaciones Internacionales y la dinámica de la seguridad energética. A pesar de la multiplicidad de paradigmas teóricos de las Relaciones Internacionales, el estudio del constructivismo se perfila como el paradigma más adecuado para explicar la energía como objeto de esta disciplina.

La Teoría Constructivista de las Relaciones Internacionales ofrece el enfoque más adecuado para el presente trabajo, dado el papel que juega la energía como un elemento necesario para la seguridad nacional. Si bien el neorrealismo logra elaborar un enfoque adecuado para el estudio del vínculo entre la elección racional de los estados y el mantenimiento de la seguridad mediante el despliegue de poder, valiéndose de herramientas geoestratégicas como los recursos energéticos; el constructivismo ofrece una visión mejor adaptada al problema que se plantea en este trabajo, dado que logra explicar la energía como un elemento de seguridad multidimensional. Para el análisis de esta discusión teórica, partiremos de algunos de los conceptos fundamentales del constructivismo como base de la presente investigación.

El surgimiento del constructivismo está comúnmente asociado con el fin de la Guerra Fría y las carencias de los paradigmas clásicos -como el realismo y el neorrealismo- para explicar cómo fue que la Guerra se suscitó mediante acciones de personas ordinarias; y no a las de estados u organizaciones internacionales. El constructivismo da cuenta de este problema al argumentar que el mundo social es de nuestra creación (Onuf, 1989). Los actores

poderosos, como los líderes y los ciudadanos influyentes moldean continuamente, y a veces reformulan, la naturaleza misma de las Relaciones Internacionales a través de sus acciones e interacciones.

El enfoque constructivista de las relaciones explica al mundo como una construcción social. A diferencia del neorrealismo, cuya interpretación de la estructura está basada en la distribución de capacidades materiales, el constructivismo afirma que también está basada en relaciones sociales (Wendt, 1995, pág. 73). De manera subsidiaria, los postulados neorrealistas hacen énfasis en el vínculo entre el conflicto político y los recursos naturales. A partir de la crisis energética de los años setenta, el neorrealismo explica los desequilibrios estructurales entre los productores y los consumidores de energía como una circunstancia que origina que el abasto de energía se convierta en un asunto de vulnerabilidades, ya sean percibidas o reales (Belyi, 2007, pág. 1). A partir de la crisis energética de 1973, la seguridad energética se convirtió en un tema de seguridad nacional para la mayoría de los países desarrollados. El crecimiento en la demanda de energía en las economías consumidoras (entre las que se encuentran las grandes potencias) y su declive en la producción, los finitos recursos energéticos convencionales y su menguante abasto; la reducción en el descubrimiento de nuevos yacimientos y las advertencias de volatilidades en el sector petrolero incrementan constantemente las tensiones entre los estados.

Tales tensiones se vuelven una constante de inseguridad que derivan en la necesidad de que cada estado sea capaz de defenderse por sí mismo. Es de aquí que surge el concepto de "capacidad", entendidas estas como instrumentos para garantizar la sobrevivencia de los

estados. El objetivo de supervivencia motiva las ganancias relativas. El neorrealismo evalúa la "capacidad" de un estado a partir de cinco criterios humanos: su dotación de recursos naturales, su demografía, su economía, y sus capacidades militares y tecnológicas. Mientras que cada estado logra distintos niveles de capacidad (que sirve principalmente a su objetivo de supervivencia), los estados dentro del sistema internacional están diferenciados según su nivel de capacidad. Los académicos neorrealistas esbozan una imagen de las capacidades relacionales que un estado posee en un momento determinado. Esto se conoce como "capacidad relativa".

La seguridad puede ser definida como defensiva (en relación a una amenaza) u ofensiva (optimizando ganancias con relación a otros actores) (Grafstein, 2002). La seguridad energética es entonces ofensiva, dado que constituye uno de los principales puntos débiles para los países dentro de un sistema económico abierto. La Escuela de Copenhague de estudios de seguridad, liderada por B. Buzan, ha redefinido el concepto de seguridad. Para ellos, la "seguridad" no es considerada como una consecuencia directa de una amenaza, sino que está definida por el resultado de la interpretación política de esta; un proceso conocido como *securitización* (Buzan, 1991, pág. 19).

La seguridad política en las Relaciones Internacionales involucra a las relaciones de seguridad con otros estados. En un orden anárquico internacional donde los estados buscan la autosuficiencia energética y donde la disponibilidad energética contribuye indirectamente al incremento de las capacidades militares se torna imperiosa la necesidad de adoptar medidas defensivas para garantizar la propia supervivencia. Asimismo, "la seguridad económica se caracteriza por su dificultad para anticipar el comportamiento de los actores dentro de una

economía capitalista descentralizada" (Buzan, 1991, págs. 235-237). Bajo estos supuestos, la securitización está vinculada con las actitudes políticas hacia la impredecibilidad de los mercados energéticos.

La seguridad ambiental involucra la incompatibilidad entre el rápido desarrollo económico y la protección de los recursos naturales. En los años setenta este problema estaba vinculado con la preocupación por el posible fin de los combustibles fósiles; mientras que en los años noventa la seguridad ecológica se tradujo en la amenaza del cambio climático provocado por creciente uso de energía. Bajo este contexto, las actitudes políticas y sociales hacia el desarrollo tecnológico son de importancia estratégica.

El paradigma constructivista de la Escuela de Copenhague extiende la dimensión de seguridad a un plano, ya no solamente entre estados, sino entre seres humanos como agentes. La Escuela de Copenhague hace una conexión entre los dos paradigmas confrontados en los estudios de seguridad: los tradicionalistas y los ampliadores. Los primeros consideran al estado como un cuerpo estático que deriva del Tratado de Westfalia de 1648. En este paradigma, la seguridad se desprende del uso de las fuerzas armadas -ejército y policía- para liberar al estado y a sus ciudadanos de las amenazas. Por su parte, los segundos consideran la seguridad humana como un elemento primordial, antes que la seguridad entre los estados, resaltando que fue la Guerra Fría la que alteró el enfoque convencional de seguridad y cambiando el objeto referente del estado al individuo.

Posteriormente, la Escuela ha desarrollado un marco de referencia para la clasificación de las amenazas, llamado "Teoría de la Securitización". Esta teoría fue articulada por Barry Buzan, Jaap de Wilde y Ole Waever entre 1989 y 1998. En estos

trabajos, los académicos definen primero el problema de la seguridad como un problema presentado como una amenaza existencial a un objeto que no ha sido aún determinado.

La Teoría describe los problemas de seguridad en tres niveles principales, como clasificación de las amenazas al objeto referido: “no politizado”, “politizado” y “securitizado”.

El nivel no politizado está tomado de la agenda del gobierno e incluye problemas que no conciernen al público y por lo tanto es innecesario que el gobierno lidie con ellos. El nivel de politización toma mucha más atención por el público y por el que el nivel no politizado, y es parte de la política pública, lo que trae los asuntos a la agenda pública y al gobierno. Estos asuntos son discutidos por el público, antes de que el gobierno subsecuentemente decida cómo lidiar con ellos. Finalmente, el nivel securitizado no es traído a la agenda pública para ser discutido, e incluye máxima prioridad, asuntos inmediatos (Özcan, 2013, pág. 10).

Ilustración 2. Niveles de securitización



Figure 2: Levels of Securitization

(Özcan, 2013, pág. 10)

La energía ha sido una dimensión esencial para la supervivencia de los estados desde el fin de la Guerra Fría, usado en prácticamente todos los sectores y por lo tanto convirtiéndose en el elemento más importante de influencia en la política global y en la economía para el sistema internacional actual. Como resaltó Roberts: “vivimos en un mundo

completamente dominado por la energía”. Existe la creencia predominante de que suficientes recursos energéticos se traducen en fortaleza económica y política en la arena internacional. Por lo tanto, su ausencia (particularmente de petróleo y de gas) provocan una amenaza existencial para la supervivencia de los actores globales en términos de su economía, transporte y necesidades militares. A demás, el asunto energético representa una herramienta altamente significativa en los estados para mantener su desarrollo económico sustentable y usándola como influencia política hacia otros estados. Asimismo, los asuntos de energía han tomado particular importancia debido a diversas dificultades que ocurren dentro del mercado energético, incluyendo las fuentes limitadas de provisión, altas demandas de energía entre los actores globales (China, India y los Estados Unidos), la dependencia energética de los estados (la Unión Europea), el incremento en los precios de energía, la inestabilidad de las regiones productoras de energía (Medio Oriente) y el uso de energía como herramienta política en contra de países consumidores (Rusia).

“La energía no es un problema por sí misma; tiene impacto en otros sectores; si se me pregunta hoy cuál es el problema más importante para la seguridad global y el desarrollo, el problema con el mayor potencial para soluciones, pero también para serios problemas si no actuamos de la manera correcta, es la energía y el cambio climático. La energía en la actualidad no solamente no es considerada como un desafío desde un punto de vista económico, pero precisamente por sus implicaciones para el medio ambiente y el clima. Debido a la creciente competencia por recursos escasos, plantea serias preocupaciones para la seguridad global...es el gran desafío de nuestra generación” (Durão Barroso , 2007, págs. 2-3).

La seguridad energética ya no es solamente una cuestión de mera protección a la provisión existente de energía; está ampliamente definida como la garantía de la habilidad para acceder a los necesitados recursos energéticos, con la mayoría de las definiciones de seguridad energética comúnmente basadas en esta definición. El objetivo de la seguridad energética es proveer autosuficiencia, lo que volvería tales relaciones menos necesarias para la supervivencia de cada estado individual, disminuyendo consecuentemente su interdependencia y la posibilidad de amenazas externas y conduciendo a una seguridad nacional mayor.

Los estados importadores de energía desean seguridad en la proveeduría de los países exportadores de energía, y a cambio, los países exportadores de energía desean seguridad de demanda energética de los países importadores de energía. Esto implica una dependencia mutua, y por tanto la ansiedad por la dependencia energética y la demanda energética inician gradualmente el proceso de securitización.

En un inicio, la explotación de hidrocarburos probó ser una de las fuentes más rentables y eficientes, por lo que la transformación de la matriz energética del carbón hacia el petróleo y el gas natural resultó lógica. La acelerada transformación industrial de los siglos XIX y XX requirió del desarrollo de nuevas fuentes de energía. Asimismo, las dos Grandes Guerras impulsaron la innovación científica y tecnológica a ritmos inéditos, lo que condujo al protagonismo del petróleo y sus derivados como insumos necesarios para el desarrollo de la industria bélica y del transporte.

A partir de la Segunda Revolución Industrial, los hidrocarburos se han convertido en un elemento de alto valor para las relaciones entre los Estados. La importancia de los

energéticos radica, no solamente en su valor comercial, sino que su posesión es un factor clave para el desarrollo industrial y tecnológico interno. En materia de hidrocarburos, no obstante, el comercio es un eje central a partir del cual se configura el juego económico y geopolítico.

A partir del constructivismo de la Escuela de Copenhague podemos estudiar la política energética desde distintos ángulos. Para el caso de México, la seguridad energética se puede abordar desde cualquiera de los tres niveles de la Teoría de la Securitización. No obstante, la Reforma Energética como un elemento primordial de esta investigación, se aborda en el nivel de la politización. La Reforma generó una gran polémica entre la opinión pública y la legislación terminó por incluir temas tanto de interés nacional en términos políticos y económicos, como también temas de inclusión social y protección al medio ambiente al nivel de la securitización. Esto significa que, por lo menos *de iure*, la Reforma considera una amplia gama de temas de interés nacional, favoreciendo el desarrollo sustentable de la sociedad y el medio ambiente.

Para efectos de esta investigación, la Reforma Energética es analizada como un potencial catalizador de desarrollo económico y social en pos del impulso a proyectos de alto impacto, no solamente para el abasto energético del país, sino para la generación de miles de empleos permanentes mediante la explotación de los recursos naturales disponibles. Asimismo, la Reforma plantea un giro hacia la adopción y expansión de nuevas fuentes de energías renovables que permitan el desarrollo sustentable del país y contribuyan a la diversificación de la matriz energética con el fin de disminuir la dependencia de hidrocarburos que ha sostenido la economía mexicana durante décadas. Cabe mencionar que

México es signatario de diversos documentos de carácter internacional que estipulan la adopción inmediata de fuentes renovables con el fin de preservar el medio ambiente y evitar la ya advenida crisis climática reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dicho lo anterior, podemos observar la Reforma Energética como un mecanismo de securitización en diversos niveles, mediante los cuales el gobierno implementa una reforma de ley, de manera que se adopten políticas públicas orientadas hacia la salvaguarda de la seguridad energética.

Los estudios hasta ahora realizados sobre el potencial impacto de las nuevas técnicas de recuperación de hidrocarburos, como es el caso del fracking, aún resultan poco definitivos para determinar si su explotación derivaría en el incumplimiento de tales normas internacionales, o si pudiera incluso resultar más benéfica que el utilizar otras fuentes, o logra apearse a los nuevos estándares. Si bien está ampliamente demostrado que algunas fuentes de energías renovables como la solar y la eólica tienen un impacto ambiental mucho menor que el de los hidrocarburos; es probable que estos últimos sirvan como una fuente de energía *puente* hacia la gradual adopción de las energías limpias. Por otra parte, resultaría de gran relevancia geopolítica

De manera simultánea, bajo esta perspectiva podemos observar al ser humano como un agente activo dentro de este fenómeno, dado que también existen diversos grupos sociales que pugnan por una estricta regulación en materia de explotación sustentable de hidrocarburos, o incluso por el veto de algunas de las nuevas técnicas de explotación, como es el caso del fracking. Diversos grupos de presión y asociaciones civiles se han manifestado al respecto de la nueva agenda energética en México, pugnando por la priorización de los

derechos humanos y medio ambientales frente a los intereses económicos y políticos. Algunos de estos intereses se vieron representados en el Congreso, lo que significó una incidencia indirecta de tales grupos y asociaciones en la agenda política del país, transformando los asuntos de seguridad energética en un tema de securitización.

Posteriormente, bajo la óptica de la Escuela de Copenhague, el problema de la seguridad energética en México y la Reforma Energética resultan estratégicos como elementos para contrarrestar los deficientes mecanismos de poder político y de negociación frente a la comunidad internacional. Si bien, durante el último siglo la política exterior mexicana se ha caracterizado por la doctrina de no intervención y el pacifismo; el desarrollo de mecanismos supletorios de seguridad nacional, como el aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos resulta de vital importancia para la conservación y mejoramiento del *status quo* del estado mexicano frente a las amenazas externas.

Dicho lo anterior, el desarrollo de la seguridad energética en México se presenta como uno de los grandes retos del país, no solamente por su impacto directo en el abasto a la creciente demanda de energía, sino también por su potencial como catalizador de desarrollo económico y social y por su valor geopolítico y geoestratégico para la proyección y salvaguarda de los intereses nacionales.

CAPÍTULO I

PANORAMA GLOBAL DEL FRACKING

El presente capítulo tiene la finalidad de presentar un marco conceptual e histórico referente a la fracturación hidráulica, así como exponer el panorama global de esta técnica en la actualidad.

La industria petrolera comenzó en 1859 en Oil Creek, Pensilvania, donde Edwin Drake perforó el primer pozo de manera exitosa, marcando la pauta que determinaría el fin de la Primera Revolución Industrial y la era del carbón para dar paso a una Segunda Revolución Industrial donde el petróleo jugaría un papel protagónico. Para la perforación de aquellos primeros pozos petroleros fueron utilizadas técnicas *convencionales*; no obstante, desde fines del siglo XIX se ha estimulado la producción de gas natural y petróleo mediante técnicas de fracturación. Sin embargo, no es hasta los años cincuenta que comienza propiamente su desarrollo. Posteriormente, durante los años sesenta se realizaron programas de investigación en el este de los Estados Unidos, sentando las bases de los proyectos de perforación por fracturación que se realizan en la actualidad, dando paso a la llamada *revolución energética del shale*.

1.1 Aproximaciones conceptuales

Como parte de nuestro marco conceptual, comenzaremos por esclarecer algunos de los conceptos fundamentales referentes a la perforación de pozos por medio de la fracturación hidráulica de la lutita. La lutita es una formación rocosa de origen orgánico formada por acumulaciones de gas natural –metano. Una parte de este gas es expulsado hacia la parte más porosa de la roca, mientras que el resto queda acumulado en su interior. Este último se conoce como *shale gas*, o gas de lutita. Según la temperatura del yacimiento y la cantidad de materia orgánica presente, esta última puede transformarse en kerógeno, que posteriormente se convierte en el bitumen que libera los compuestos del petróleo. Dichos yacimientos están considerados como *no convencionales* dado su bajo contenido energético, su dispersión en áreas muy extensas y su baja permeabilidad, si se les compara con yacimientos gasíferos y petrolíferos convencionales. Debido a esto, su viabilidad económica suele ser incierta y el volumen extraído por pozo es muy inferior al de yacimientos convencionales.

Para alcanzar la viabilidad económica de los pozos es necesario realizar una técnica conocida como “fracturación hidráulica” o *fracking* mediante la perforación de pozos horizontales o pozos multilaterales. Para su extracción se requiere el bombeo de fluidos (en promedio un 98% de agua y arena y un 2% de aditivos químicos) a los pozos para aumentar la presión y fracturar la roca. A fin de mantener abierta la fractura, la inyección es sustituida por arena de alta permeabilidad. Una vez que la perforación llega a la capa de gas, se detonan explosivos para provocar pequeñas fracturas en las lutitas. Estas fracturas son ensanchadas con inyección de agua a presión. Los pozos de *shale gas* en los Estados Unidos se perforan

a una profundidad media de entre los 1.200 metros y 2.500 metros —normalmente alrededor de los 1.800 metros (Estrada, 2013, págs. 13-23).

1.2 Introduciendo el fracking

La fracturación hidráulica, a pesar de ser una técnica desarrollada desde hace más de un siglo, presenta aún grandes dificultades técnicas, económicas, financieras, políticas, ambientales y sociales que han paralizado su avance. La perforación de un pozo de lutitas requiere de una evaluación petroquímica de los yacimientos con el fin de determinar su viabilidad geográfica y geológica, la planeación logística de la instalación y operación de la plataforma en función de la cadena de suministro para su extracción, almacenamiento y transporte, así como de la disponibilidad de los recursos necesarios.

La fluctuación de la eficiencia de los pozos es una variable incierta que genera un panorama financiero turbio tanto para inversionistas como para productores, agentes políticos y consumidores. Los pozos normalmente presentan cortos tiempos de vida. A esto ha de sumarse también el costo de los terrenos –en los Estados Unidos se considera que un terreno adecuado para la explotación del *shale gas* es de 259 hectáreas, con un precio de 8.525 dólares cada una–, permisos de perforación y trabajos preoperativos –un estimado de 400.000 dólares–, costos de perforación y terminación –alrededor del 40% de los costos totales (Estrada, 2013, págs. 32-34).

Uno de los principales factores que ha paralizado el desarrollo del *fracking* desde el 2014 ha sido el surgimiento de movimientos ambientalistas. La opinión pública aunada a ONGs ha logrado bloquear diversos proyectos de perforación de fractura hidráulica en distintos países. En un documento publicado por la CEPAL (2013) se esclarecen diversas inquietudes acerca del impacto medioambiental que conlleva la utilización de dicha técnica

de perforación. Entre los principales riesgos medioambientales enumerados por la Comisión se encuentran, 1) la posibilidad de provocar pequeños sismos; 2) posibles fracturas imprevistas que contaminen fuentes de agua potable; 3) la utilización de productos químicos cancerígenos o con regulaciones en contra de la salud humana y la contaminación aérea (Estrada, 2013, pág. 37).

En general, la perforación convencional requiere grandes volúmenes de agua para enfriar y lubricar el cabezal de perforación y eliminar el lodo resultante. En los Estados Unidos el agua utilizada normalmente se transporta en carros tanque al sitio de perforación o por ductos provisionales. La empresa Chesapeake Energy, por ejemplo, reporta consumir 17 millones de litros en una perforación horizontal típica. Según esta misma empresa, la fracturación hidráulica requiere alrededor de diez veces más agua, dado que la inyección constante requiere una fuente de agua abundante. Por otra parte otras fuentes indican que a pesar del consumo de agua relativamente alto, la intensidad del agua para la extracción de energía del carbón, nuclear y del petróleo son aproximadamente dos, tres y diez veces más altas que la del gas de lutita respectivamente; y fuentes como el etanol de maíz pueden llegar a utilizar hasta mil veces más agua que el gas de lutita si las plantas para producirlo reciben irrigación, debido a la evotranspiración (Jackson, y otros, 2014, pág. 336).

Los defensores del fracking han argumentado que no se utiliza mucha agua en comparación con la agricultura y que los problemas de uso de agua han sido exagerados por sus oponentes. Además, las compañías petroleras normalmente pueden perforar pozos de agua en acuíferos no potables (demasiado profundos y salados para beber) para proveer toda el agua necesaria si el suministro de agua dulce local es limitado. Por lo tanto, el fracking

con agua salada es una opción, pero generalmente no es muy ventajosa excepto en regiones muy secas o para pozos en ultramar (Carlyle, 2013). En México el problema del agua no representa un verdadero problema para los geólogos y los ingenieros petroleros, quienes afirman que crearán la infraestructura necesaria para garantizar su abasto, así tenga que provenir desde el mar o de las regiones más húmedas. Para ellos el verdadero problema consiste más bien en cuantificar las reservas de gas y petróleo contenido en los yacimientos del país.

Algunas Organizaciones No Gubernamentales –ONGs– como *Fundar*, ya se han manifestado al respecto. Según afirma Francisco Cravioto, representante de la Alianza Mexicana contra el Fracking, “para la perforación por fracking se requiere de entre 9 y 29 millones de litros de agua, por lo que uno de los efectos de recurrir una técnica sería el uso intensivo de agua. Por lo tanto, "si en los próximos años se explotan 20 mil pozos, se utiliza el equivalente de agua que se utilizan entre 5 y 15 millones de personas en un año". Otra consecuencia es que en el subsuelo se mezclan metales pesados y eso genera "contaminación por las filtraciones, contaminación de suelos en las áreas de aledaños" (Miroff, 2014); afirmaciones que contrastan rotundamente con los estudios realizados por la CEPAL.

Pemex estima que las formaciones de esquisto de México contienen el equivalente en energía de 60.000 millones de barriles de petróleo, cantidad que supera el volumen total que el país ha bombeado por medios convencionales desde 1904. El desarrollo de las camas de esquisto del norte de México podría tomar mucho más tiempo. La razón, dicen los expertos, es que el *fracking* es una industria completamente diferente, dominada por compañías más pequeñas e independientes y contratistas ágiles que pueden proveer equipos

y servicios especializados en momentos precisos en el proceso de perforación. México tiene pocas de estas cosas, y la disposición de las compañías extranjeras a probar sus fortunas en las selvas de sus fronteras meridionales sigue siendo desconocida. La región carece casi totalmente de los oleoductos, las carreteras y otras infraestructuras que se extienden por el sur de Texas, y las camas de pizarra de México se encuentran debajo de algunas de las partes más anárquicas del país.

Vladimir Sosa, ex subsecretario de Energía de la Secretaría de Desarrollo Económico (Sedec) explicó el impacto de la zona con las cifras que ubican a México en el octavo sitio a nivel mundial con potencial en petróleo shale y en el sexto lugar con potencial en gas shale. Indicó que esta técnica también ha proporcionado beneficios, por ejemplo, el desarrollo del gas shale en Estados Unidos ha tenido impactos económicos muy positivos, como ha sido la generación de empleo, la reducción de hasta 60 por ciento en consumo de agua y la baja en emisiones de carbono. Desmintió que el uso de esta tecnología propicie la contaminación del agua, para lo cual dijo que en México se piensa en una regulación que garantice no haya riesgos al medio ambiente.

Pemex únicamente ha tenido éxito en cuatro de los 17 pozos de gas de lutitas que ha perforado en la Región Norte del país desde febrero del 2011, con una tasa de éxito menor a 25% y costos de perforación 60% superiores a los de los pozos convencionales. El país cuenta con la sexta mayor reserva de recursos no convencionales en el mundo, según datos de la Administración de Información de Energía de EU, mientras que Pemex estima que existen reservas prospectivas de 60,000 barriles de crudo equivalente, casi 140% más que las reservas probadas del país.

Ilustración 3. Principales 10 países con recursos técnicamente recuperables de petróleo y gas shale

Principales 10 países con recursos técnicamente recuperables de petróleo shale

Posición	País	Petróleo Shale
1	Rusia	75
2	Estados Unidos	58
3	China	32
4	Argentina	27
5	Libia	26
6	Australia	18
7	Venezuela	13
8	México	13
9	Pakistán	9
10	Canadá	9
	Total Mundial	345

Principales 10 países con recursos técnicamente recuperables de gas shale

Posición	País	Gas Shale
1	China	1115
2	Argentina	802
3	Argelia	707
4	Estados Unidos	665
5	Canadá	573
6	México	545
7	Australia	437
8	Sudáfrica	390
9	Rusia	285
10	Brasil	245
	Total Mundial	7299

(García, México, top en shale y sólo opera cuatro pozos, 2014) (Staff Oil & Gas Magazine, 2015)

Las nuevas tecnologías son la pieza clave para la explotación de este tipo de recursos, sin embargo, la técnica del fracking no es bien aceptada por el tema de la contaminación ambiental y escasez del agua al grado de que en países como Francia, Bulgaria, Irlanda, Estados Unidos (en los estados de Nueva York, Nueva Jersey y Vermont) y Alemania dicha práctica está vetada. En contraste, en México se está apoyando la extracción de gas shale a través de la fractura hidráulica de las lutitas bituminosas del subsuelo mediante la Reforma Energética impulsada por el ex presidente Enrique Peña Nieto en 2014.

1.2.1 La revolución del shale

En años recientes, la demanda de energía ha presentado un incremento significativo, producto del acelerado desarrollo industrial, el aumento poblacional, el comercio, el transporte y toda clase de actividades humanas. Tal demanda de energía ha conducido a la exploración y explotación de nuevas fuentes y técnicas de producción que permitan generarla de manera cada vez más eficiente y barata.

Ante este panorama, en 2013 el fracking se presenta como una nueva alternativa, perfilándose como una técnica prometedora que introdujo la posibilidad de extraer nuevos recursos energéticos, hasta entonces inexplorados y sacudió los datos de las reservas internacionales de hidrocarburos, proyectando un horizonte de bonanza energética que garantiza el abasto de gas natural y petróleo para muchos más años de los que auguraban las estimaciones más recientes.

Desde el año 2011 comenzó en los Estados Unidos el desarrollo del fracking, convirtiéndose para 2014 el país productor de hidrocarburos de más rápido crecimiento, alcanzando a Rusia como el mayor productor de gas natural; augurando así un cambio fundamental en los patrones de los mercados globales de energía. Entre 2008 y 2014 la producción de petróleo en los Estados Unidos creció más de 60%, aumentando de 3 a 8 millones de barriles diarios. Desde la Crisis petrolera de 1973, despertó en los Estados Unidos la necesidad de garantizar su seguridad energética, con lo que se determinó que la carencia de energéticos a precios accesibles representaba una amenaza existencial para el país, tomando medidas urgentes y extraordinarias. Desde entonces, la securitización de la energía

en los Estados Unidos se ha visto reflejada en su ambiciosa política energética, cuyas miras están íntimamente vinculadas con su política exterior.

La *revolución del shale* no solamente se basa en el auge gasífero y petrolero de los Estados Unidos, sino que la transferencia de tecnología y la exploración y conmensuración de los yacimientos de lutita en diversos países ha permitido la planeación para desarrollar grandes proyectos de fracking, lo que significaría una verdadera *revolución* en los patrones de los precios de energía y una transformación de los mercados de hidrocarburos, así como de otras fuentes de energía. Los precios de la exploración y la producción de gas y petróleo de lutita se encuentran disminuyendo constantemente y se estima que disminuirán aún más en los próximos años (Morse, 2014, pág. 3). La eficiencia en el retorno de la inversión de los pozos de fracking se debe en gran medida a la aplicación de nuevas tecnologías y a la propagación de la producción de gas y petróleo de lutita a nivel global. De mantenerse esta tendencia, la estabilización de los precios del gas y del petróleo podría materializarse a finales de esta década, lo que significaría un inmenso impulso económico con grandes ahorros en los precios de la electricidad para los hogares y el abaratamiento de la gasolina, así como un aumento importante en el PIB, que impulsaría la creación de millones de nuevos empleos.

Se estima que la recuperación global de gas de lutita suma aproximadamente 2 mil billones de metros cúbicos, lo que equivale a por lo menos sesenta años al uso global actual; y 345 mil millones de barriles de petróleo de lutita (Jackson, y otros, 2014, pág. 329).

1.3 La transición energética

México es un país con un alto grado de dependencia de los combustibles fósiles. La producción y la oferta de energía están cubiertas, en su mayoría, por gas y por petróleo. “El más reciente balance energético reporta que los hidrocarburos aportaron 87.2 % de la producción de energía primaria en 2015, en la cual el petróleo representó 61.3 %, el gas natural 24.6 % y el carbón aportó 3.4 %.” (de la Fuente, Olivera , & Arredondo , 2017a, pág. 203).

A pesar de los compromisos internacionales pactados y las metas establecidas para contribuir a la mitigación del cambio climático, la Reforma Energética profundiza la dependencia de los combustibles fósiles, especialmente del gas. Según las estimaciones de la Secretaría de Energía, se espera un aumento del 3,8 por ciento en la demanda anual promedio para los próximos 14 años debido a la demanda de generación de electricidad (Tunstall, 2015, pág. 13). Por su parte, el consumo de petróleo en México tiene proyectado un aumento de 40% entre 2015 y 2029, impulsado por la expansión de la economía y la creciente demanda del sector transporte, con un crecimiento proyectado de 57% (Wood, 2016, pág. 6).

En este apartado revisaremos el modelo energético en México, así como las perspectivas de la Reforma Energética, ya sea para mantener el actual modelo extractivo, o para comenzar la transición hacia las energías limpias y renovables.

1.3.1 La nueva matriz energética

La matriz energética en México se ha basado en los hidrocarburos como fuente de energía primaria desde tiempos del porfiriato. Hasta el año 2012, cerca del 90% de la producción de energía provenía de esta fuente. No obstante, en años recientes, tanto México, como gran parte de la comunidad internacional, se ha dado a la tarea de adoptar una nueva matriz energética basada en fuentes limpias y renovables.

En 2008 se promulgó en México la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y la Transición Energética (LAERFTE). Con esta ley se buscó la diversificación de la matriz energética del país, de manera que se lograra reducir la dependencia de los hidrocarburos a la vez que se convergía hacia la adopción de fuentes de energía limpias y renovables. No obstante, los resultados no fueron los esperados dadas las ventajas fiscales, técnicas y políticas concedidas a los hidrocarburos.

La reforma constitucional de 2013, a su vez, establece un nuevo modelo de producción energética que reafirma la propiedad nacional de los hidrocarburos y moderniza a CFE y a Pemex como empresas productivas del Estado, entre sus principales objetivos. Asimismo, se declara también el “impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y ambiental” (Gobierno de México, 2015, pág. 3) como parte de dichos objetivos. La legislación secundaria de la reforma decreta también la creación de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente (ASEA) con el encargo de supervisar y sancionar a los actores del sector de hidrocarburos en favor de las personas, los bienes y el medio ambiente. De igual manera, el artículo 25 constitucional fue modificado,

agregando el principio de sustentabilidad como uno de los criterios para el desarrollo de los proyectos de infraestructura energética.

El Ejecutivo Federal deberá incluir en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía los pasos a seguir, así como las condiciones de operación y financiamiento para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios. En el sector eléctrico se establecieron obligaciones para el uso de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes. Se crea la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Ésta regulará la seguridad industrial para minimizar el riesgo de accidentes en instalaciones o afectaciones al medio ambiente causadas por la actividad petrolera (Gobierno de México, 2015, pág. 20).

Tras analizar los objetivos de la reforma, la matriz energética se ve sustancialmente modificada; no obstante, la transición del modelo no contempla la convergencia de las energías fósiles a las energías limpias, sino que se enfoca, más bien, en la explotación de las fuentes no convencionales, dada la vocación hidrocarburífera que ha caracterizado al país durante el último siglo; a la vez que crea un nuevo tejido institucional para regular las actividades extractivas con el fin de garantizar la sustentabilidad y la protección al medio ambiente. A pesar de que la reforma no impulsa directamente la transición hacia las energías limpias, abre una ventana de oportunidad para la promoción de una serie de instrumentos y mecanismos que ayudarían a cumplir con las metas en materia de cambio climático.

La Comisión Reguladora de Energía (CRE), cuya creación se decreta por ley a partir de la reforma, obliga a las empresas eléctricas a adquirir certificados de energías limpias. Se

trata de títulos comerciales emitidos por la misma Comisión que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias, lo que garantiza que en la medida en que contaminen las empresas productoras de energía, deberán, ya sea producir cierta cantidad de energía limpia, o adquirir certificados con los que compensen las emisiones contaminantes, financiando indirectamente la producción de energías limpias. La reforma también señala la posibilidad de transferir recursos del Fondo Mexicano del Petróleo para el desarrollo de “proyectos de inversión en ciencia, tecnología e innovación, y en energías renovables” (Diario Oficial de la Federación , 2013) mediante el fideicomiso Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo (FOMPED). Dicho fondo es administrado de manera conjunta por la Secretaría de Energía y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) que tiene como objetivo impulsar la investigación científica y tecnológica aplicada, así como la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico en materia de: a. Fuentes renovables de energía. b. Eficiencia energética. c. Uso de tecnologías limpias. d. Diversificación de fuentes primarias de energía (de la Fuente, Olivera, & Arredondo, 2017b, pág. 131).

De igual manera, con la publicación de la Ley de Transición Energética (LTE) en diciembre de 2015, se establecen las bases para el desarrollo de la industria de las energías renovables y de mecanismos de apoyo, financiamiento y transición hacia una matriz energética diversificada y menos dependiente de los combustibles fósiles. Una de las metas de esta ley es la generación del 35% de la energía eléctrica a partir de fuentes limpias para el año 2024 (Diario Oficial de la Federación, 2012, pág. 43).

Una de los temas más polémicos dentro de este nuevo modelo es el giro del enfoque energético dirigido hacia el gas natural. Tanto el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2016 como la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 señalaron al gas natural como una alternativa necesaria para la transición hacia fuentes de energía más limpias y sustentables. El ex Secretario de Energía señaló también al gas natural como la más limpia de las energías fósiles, la que servirá para fortalecer al nuevo mercado eléctrico.

El gas natural es una de las fuentes de energía con mayor potencial de desarrollo, cuyas capacidades han sido ampliamente analizadas y discutidas dentro de la reforma, donde se apuesta el futuro de la matriz energética del país a esta fuente. Desde 2012, el Sistema Nacional de Gasoductos se ha dado a la tarea de expandirse. Con una red de 11,347 kms de gasoductos, el Sistema está llevando su infraestructura a alrededor del doble de la que existía en 2012. Con ocho nuevos puntos de interconexión con la frontera norte, la capacidad de importación se verá ampliada a alrededor de 11,000 millones de pies cúbicos por día (mmpcd) (SENER, 2019).

La implementación del gas natural como principal fuente de energía supone una forma de transición temporal hacia las energías renovables. Los modelos de ciclo combinado y de cogeneración son alternativas mediante las cuales se puede producir energía a partir del gas natural de manera más eficiente. En estos modelos, la energía es generada a partir de dos ciclos termodinámicos que coexisten en un mismo sistema: el primero es generado por una turbina de combustión de gas. La combustión de esta primera turbina libera gases que calientan agua para convertirla en vapor e impulsar una segunda turbina, de forma que ambos procesos generan energía eléctrica.

1.3.2 Debate sobre el impacto medioambiental

En la Cumbre de Río de 1992 las Naciones Unidas convocó la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), del que posteriormente, en 1997, se desprendería el Protocolo de Kioto. Este Protocolo es un tratado que por primera vez buscó comprometer a los países signatarios al reconocimiento del calentamiento global como un fenómeno provocado principalmente por el CO₂ generado por la actividad humana. El objetivo del tratado es aquel de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que prevengan una interferencia peligrosa con el sistema climático.

El Protocolo de Kioto es el primer mecanismo intergubernamental con miras hacia la conservación del medio ambiente. A partir de su entrada en vigor en 2005 se han hecho enmiendas como la de Doha, en 2008, donde se fijó una segunda ronda de objetivos. Con la fijación de distintos objetivos para cada país, la vastedad de países que se limitaron a formar parte, firmar o incluso ratificar sin adoptar las políticas adecuadas para mitigar el cambio climático –entre otros factores coyunturales; la evaluación de los resultados de este protocolo resulta incierta.

En 2015 la CMNUCC convocó al Acuerdo de París con el fin de lograr un consenso global en el que cada país parte fijara sus propios objetivos (más allá de los anteriores) para mitigar el cambio climático y mantener la temperatura de la atmósfera estable en niveles inferiores a los 2°C con respecto a la era preindustrial. Uno de los principales mecanismos para el cumplimiento de este Acuerdo es la reestructuración de los modelos de producción

de energía; primordialmente, la transición de las fuentes fósiles hacia las renovables y limpias.

Durante la administración del ex presidente Enrique Peña Nieto se impulsaron en México una serie de reformas estructurales, de entre las que destaca la Reforma Energética. Criticada por muchos, aplaudida por otros, esta reforma ha modificado de manera sustantiva la producción de energía en México y todo cuanto a ello se refiere. La polémica que se ha generado en torno a esta, se debe, en parte, a los cambios en materia de regulación medioambiental. Mientras que la reforma abre el sector energético a la iniciativa privada e impulsa –de manera indirecta– la transición hacia las energías limpias y renovables, también permite la posibilidad de nuevas técnicas de recuperación de energéticos, de las que se discuten sus potenciales efectos tanto positivos como negativos en cuestión medioambiental, social, económica, política, geopolítica y geoestratégica.

Como se estableció en el apartado anterior, una parte importante del debate medioambiental suscitado a partir de la reforma se centra en la adopción del gas natural como una alternativa “menos contaminante”. Los detractores afirman que este modelo “podría significar importantes retos para el cumplimiento de las metas establecidas por México en su Contribución Nacional en materia de cambio climático” (de la Fuente, Olivera , & Arredondo , 2017a, pág. 203).

Uno de los grandes sectores a los que se da entrada con esta reforma es precisamente el tema de la presente investigación: el fracking. Esta técnica de recuperación de recursos no convencionales del subsuelo aún no cuenta con estudios definitivos acerca de su impacto para el medio ambiente. La opinión pública como la información oficial y los intereses de los

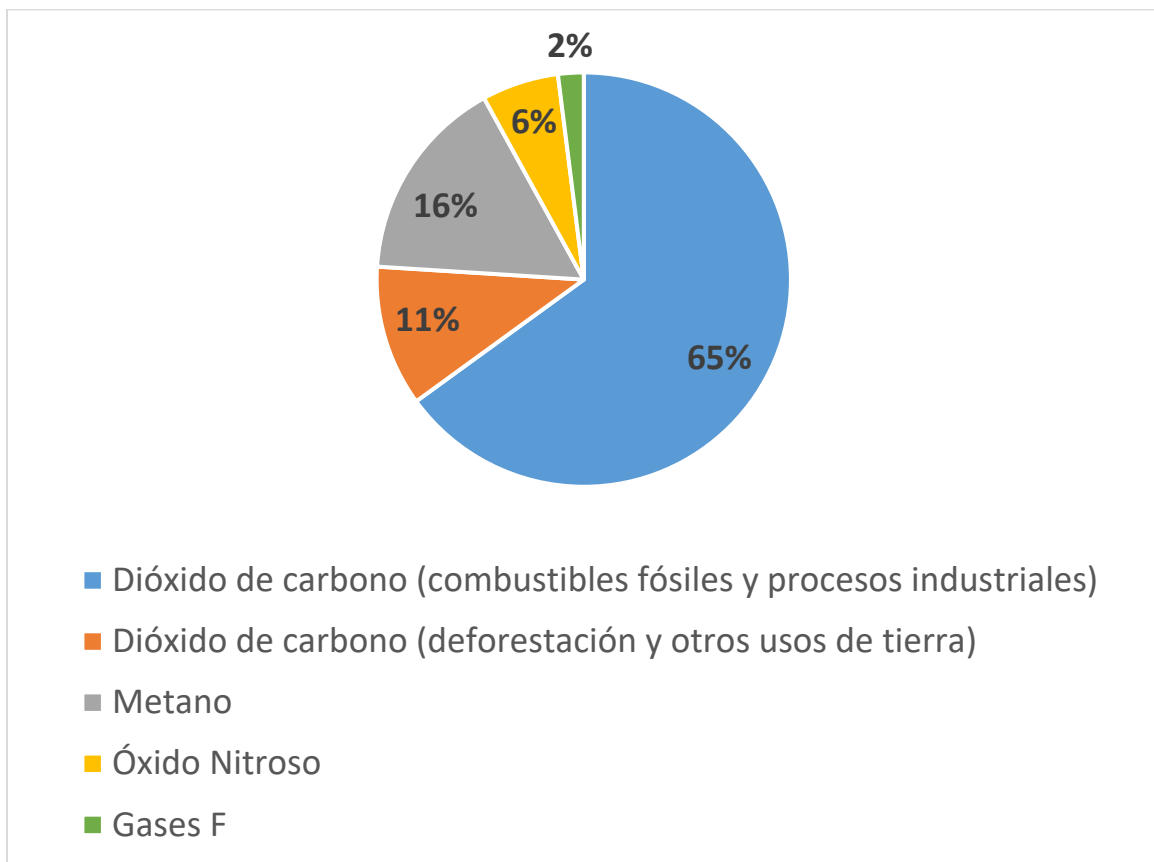
grandes corporativos han orillado tanto a la polarización del tema en cuestión, que hemos encontrado ciertos sesgos a lo largo de esta investigación.

Al analizar los efectos de esta técnica sobre el medio ambiente se deben tomar como referencia los mismos parámetros utilizados en el resto de las técnicas de producción de energía para así poder determinar de manera precisa su potencial, tanto benéfico como nocivo. Uno de los parámetros más importantes para el estudio del impacto medioambiental es la contribución de los gases de efecto invernadero. Estos gases absorben y emiten rayos infrarrojos hacia la superficie terrestre al interior de la atmósfera, lo que resulta en un incremento de la temperatura media del planeta. Este *efecto invernadero*, provocado en su mayoría por la quema de combustibles y la deforestación, es lo que ha intensificado el fenómeno del calentamiento global. Los principales gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana son los siguientes:

- **Dióxido de carbono (CO₂):** el uso de combustibles fósiles es la principal fuente de CO₂. El CO₂ también puede ser emitido por el impacto humano inducido sobre los bosques y otros usos de la tierra, tales como la tala inmoderada, la agricultura y la degradación de la tierra. Asimismo, la tierra también puede remover CO₂ de la atmósfera mediante la reforestación, la mejora de la tierra y otras actividades
- **Metano (CH₄):** las actividades agrícolas, el manejo de desechos, el uso de energía y la quema de biomasa contribuyen a la emisión de CH₄.
- **Óxido nitroso (N₂O):** las actividades agrícolas, tales como el uso de fertilizantes, son la principal fuente de las emisiones de N₂O. La quema de combustibles fósiles también genera N₂O.

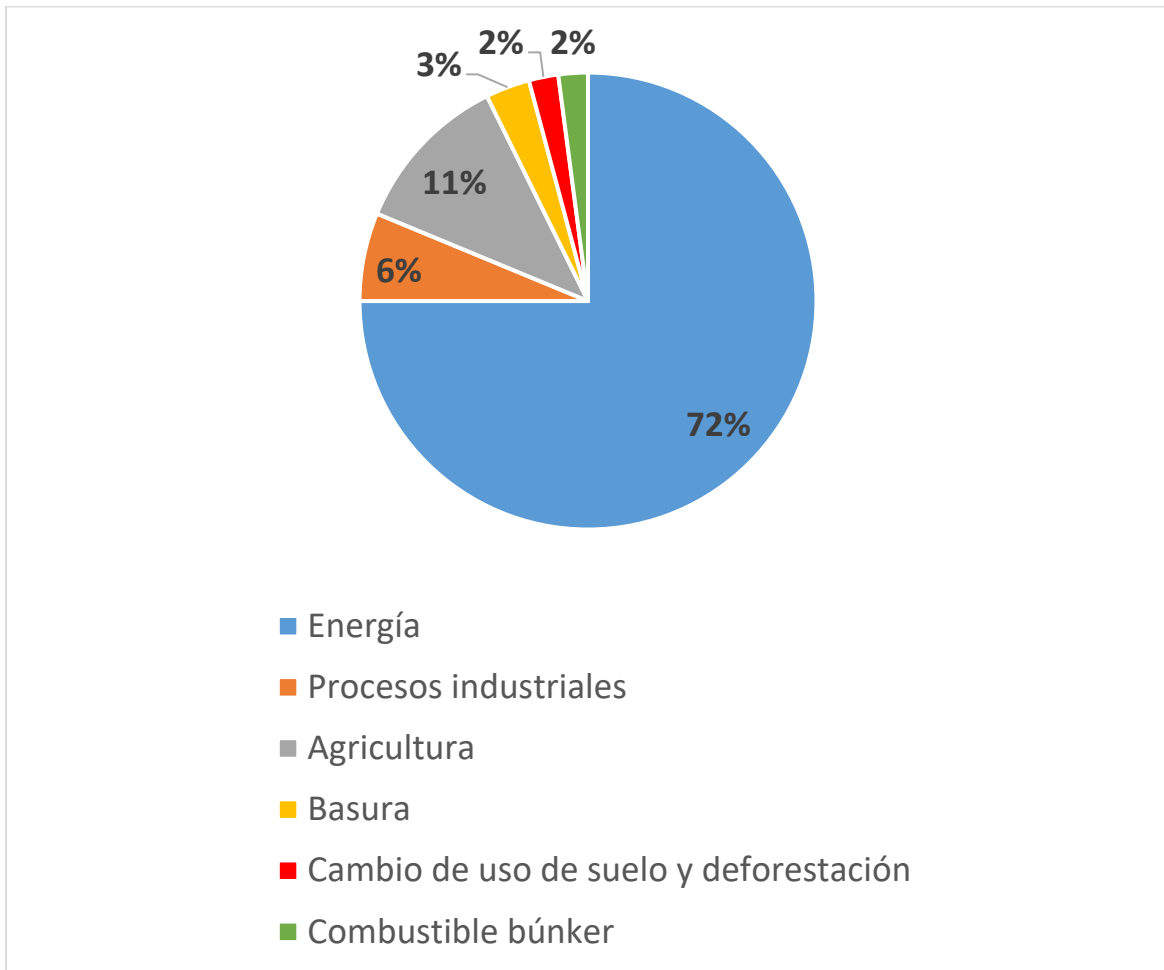
- **Gases fluorados (gases F):** procesos industriales, refrigeración y el uso de diversos productos de consumo contribuyen a la emisión de gases F, los que incluyen los hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆). (United States Environmental Protection Agency, 2017).

Ilustración 4. Emisiones de gases de Efecto Invernadero por gas, 2013



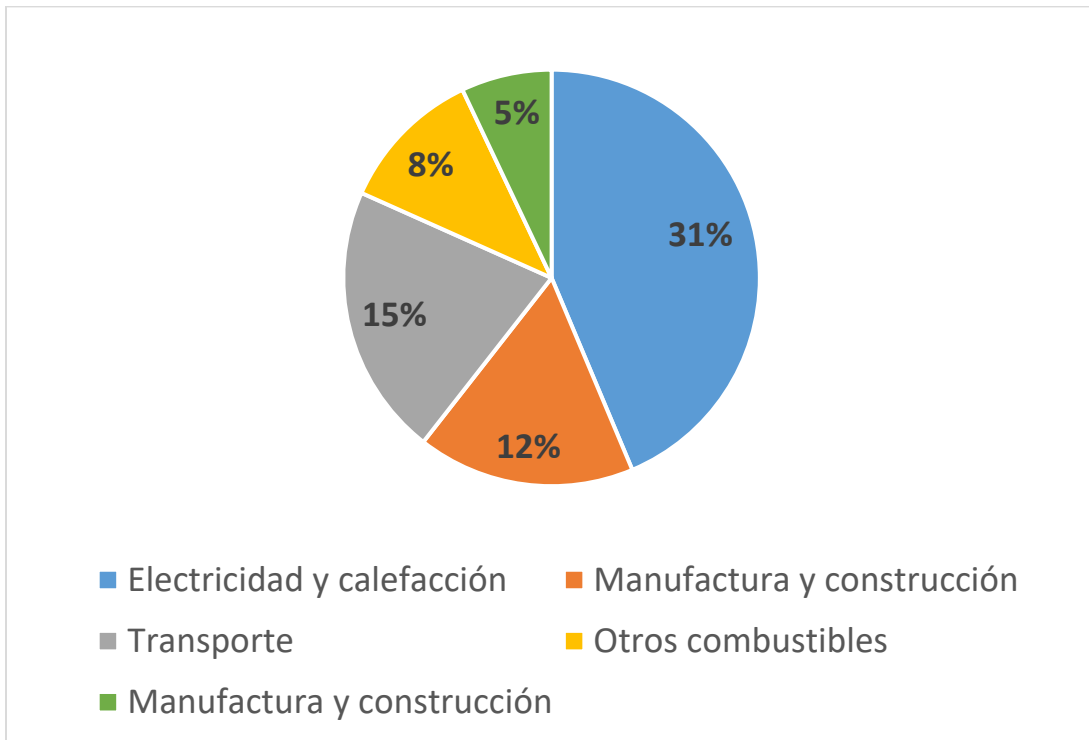
(United States Environmental Protection Agency, 2017)

Ilustración 5. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por actividad humana, 2013



(Center for Climate and Energy Solutions, 2018)

Ilustración 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por sector energético, 2013

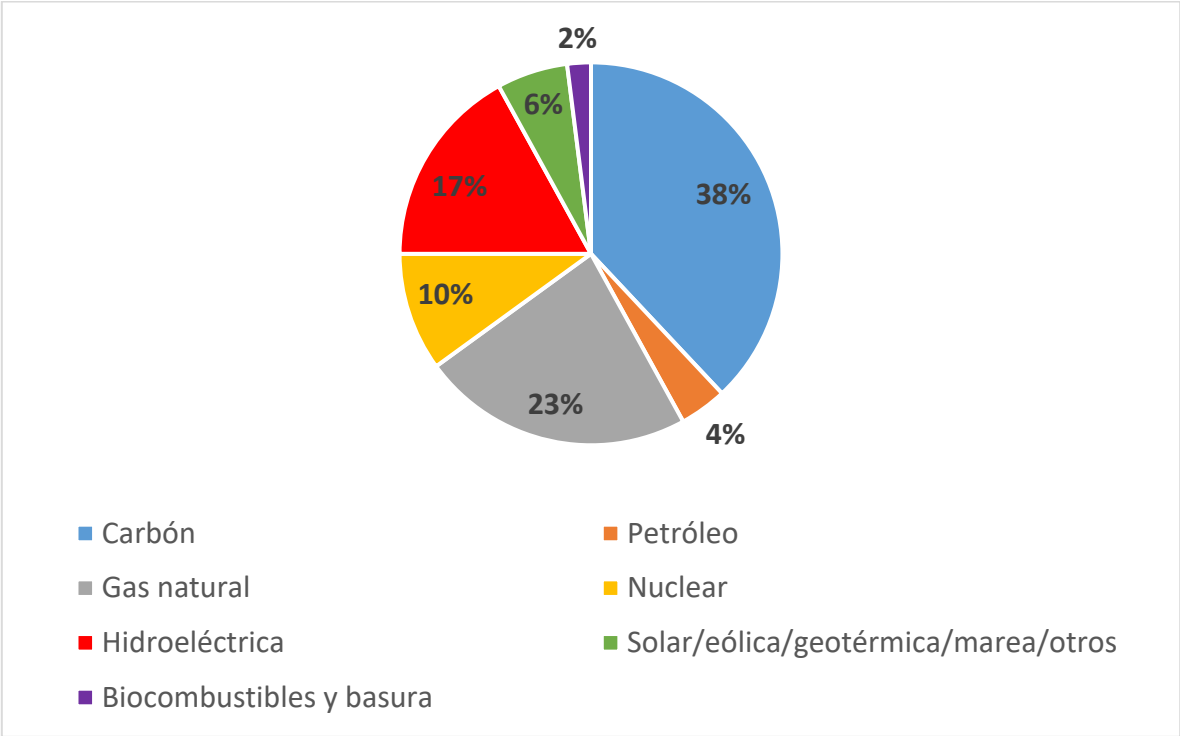


(Center for Climate and Energy Solutions, 2018)

En las imágenes anteriores podemos observar la contribución de cada uno de estos gases de efecto invernadero emitidos por actividad humana, así como la contribución de tales actividades en las emisiones. El dióxido de carbono y el metano son los dos gases de mayor emisión, mientras que el sector energético representa la actividad humana que emite la mayor parte de los gases de efecto invernadero. La fuente más grande de emisiones de gases de efecto invernadero es la producción de energía eléctrica y de calor. La quema de carbón, gas natural y petróleo para este sector representó el 25% del total de estas emisiones en el año 2010 (United States Environmental Protection Agency, 2017).

A continuación, podemos observar la composición de la matriz energética global y cómo las energías fósiles representan el 65% del total, frente a las renovables, que suman solamente 25% (excluyendo la energía nuclear).

Ilustración 7. Producción bruta de electricidad por fuente, 2016



(IEA, 2019)

De lo anterior, podemos deducir que la principal fuente de gases de efecto invernadero es la producción de energía a partir del carbón y del gas natural, las cuales emiten cantidades considerables de dióxido de carbono y de metano. Sin embargo, hay que considerar que ambos gases provocan efectos distintos en el medio ambiente. Distintas fuentes afirman que el metano tiene un efecto invernadero mucho más alto que el dióxido de carbono, ya que sus

moléculas retienen el calor hasta 28 veces más (Howarth, 2014, págs. 52-54) (Ritchie & Roser, 2017).

Revisando las emisiones de dióxido de carbono y metano de los últimos dos mil años observamos cómo los niveles se mantienen estables hasta la Revolución Industrial. A partir del siglo XVIII la concentración de estos gases en la atmósfera se ha elevado de manera exponencial. A pesar de los esfuerzos realizados a nivel internacional para reducir las emisiones, el calentamiento global continúa en aumento; por lo que la estabilización o reducción de las emisiones no son suficientes para detener este fenómeno, sino que es necesaria una disminución significativa, dado que los procesos de eliminación natural de estos gases pueden tomar cientos o incluso miles de años.

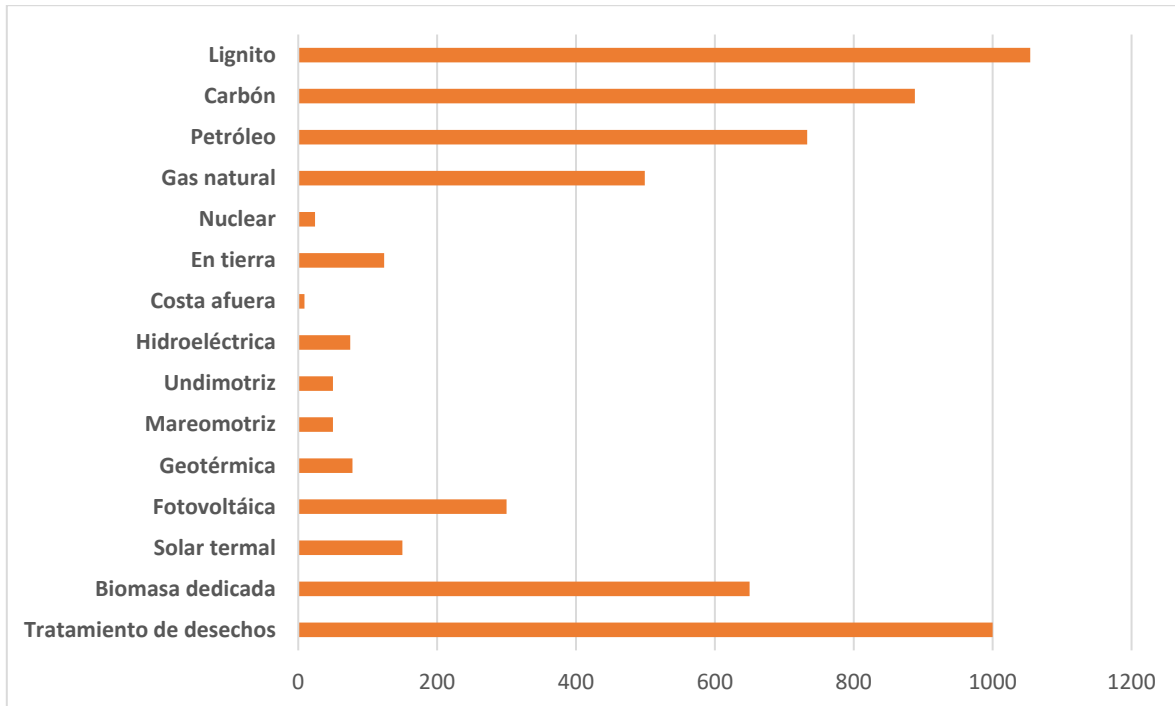
El modelo publicado en 2012 (Shindell, y otros) y adoptado por las Naciones Unidas predice que, a menos que las emisiones de metano y carbono negro sean reducidas de manera inmediata, la temperatura promedio de la superficie de la Tierra se calentará 1.5°C para el año 2030 y 2.0°C para el 2045-2050, sin importar si las emisiones de dióxido de carbono son reducidas o no.

Reducir las emisiones de dióxido de carbono y de metano, incluso si el dióxido de carbono no es controlado, retardaría significativamente el ritmo del calentamiento global y pospondría el alcanzar las marcas de 1.5°C y 2.0°C en 15-20 años. Controlar las emisiones de dióxido de carbono, así como las de metano y de carbono negro retarda el calentamiento global más allá del 2045, incluso hasta el 2070. A temperaturas de 1.5-2.0°C sobre la base de 1890-1910, el riesgo de un cambio fundamental en el sistema climático de la Tierra se vuelve mucho más grande (Howarth, 2014, pág. 54).

Dicho lo anterior, partimos de estas observaciones como premisas para el análisis del fracking en México y la transición hacia el gas natural como un *punte* hacia las energías limpias y renovables. Como se estableció en el apartado anterior, hay una clara tendencia de la transición hacia el gas natural como la fuente principal de la nueva matriz energética a partir de la reforma, dado que se presenta como la energía fósil más limpia. La observación anterior se concluye a partir del comparativo del ciclo de vida de las emisiones de gas de efecto invernadero entre las diversas fuentes de energía.

Para efectos de la presente investigación, utilizaremos el *ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero* como parámetro para comparar el impacto medioambiental de las distintas fuentes de energía. Dicha medida se utiliza para calcular el potencial de calentamiento global de las distintas fuentes de energía eléctrica. La escala para medir el potencial de calentamiento global es el dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) y el kilowatt hora (kWh) como unidad de energía eléctrica. El objetivo de esta medida es cubrir el total de la vida de la fuente, desde la extracción del material hasta la construcción, operación y manejo de desechos. A continuación, se presentan algunos de los datos más relevantes para la comparación de las distintas fuentes de energía.

Ilustración 8. Ciclo de vida estimado de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (g CO₂-eq/kWhe)



(Amponsah, Troldborg , Kington, Aalders , & Hough, 2014)

En esta gráfica podemos observar como el gas natural se posiciona, efectivamente, como la fuente de energía fósil de menores emisiones contaminantes; sin embargo, las emisiones obtenidas a partir de cualquier otra fuente renovable son considerablemente menores. En un artículo de Robert W. Howarth (*A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas*, 2014) se analiza a profundidad el impacto de las emisiones del gas natural. En este artículo, el autor afirma que a pesar de que el gas natural ha sido promovido como un combustible puente que permitiría continuar utilizando energía fósil durante las próximas décadas emitiendo menos gases de efecto invernadero comparado con la utilización de otras fuentes como el carbón y el petróleo; el gas natural se compone en su mayoría por metano, que por sí mismo es un gas de efecto invernadero extremadamente

potente. “El metano es mucho más efectivo atrapando el calor dentro de la atmósfera que el dióxido de carbono, por lo que incluso pequeñas tasas de emisiones de metano pueden tener una gran influencia sobre las huellas de gases de efecto invernadero del uso de gas natural” (Howarth, 2014, pág. 47).

En el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático elaborado en 2014 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (un organismo de las Naciones Unidas para evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático), se destacó el desarrollo del fracking como un elemento clave para el incremento y la diversificación de la oferta de gas, permitiendo una transición más intensiva de fuente de energía del carbón al gas con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, considerando que el ciclo de vida del gas libera mucho menos dióxido de carbono comparado con el carbón; que las fugas de metano pueden reducirse hasta en un 50% con la implementación de plantas modernas de ciclo combinado de gas natural altamente eficientes. Asimismo, considera que “el gas natural puede jugar un papel importante como un combustible de transición en combinación con distintas fuentes renovables” (IPCC, 2014, pág. 527).

Diversos organismos han coincidido en que el gas de fracking emite niveles similares de efecto invernadero al gas convencional, ambos la mitad o incluso la tercera parte que el carbón, considerando un manejo apropiado de las fugas de metano. El desarrollo responsable de del gas natural es considerado como una parte importante de la labor para frenar el cambio climático (Cunningham, 2017, págs. 90-92).

1.3.3 Fracking: ¿Avance o retroceso?

La extracción de recursos no convencionales mediante el fracking ha resultado en grandes beneficios económicos con consecuencias, para algunos “revolucionarias” y para otros “desastrosas”. La realidad está en algún punto intermedio. La derrama económica producto de esta actividad es significativa para el crecimiento nacional, así como para la transformación social de las comunidades donde se realiza; y con la implementación de las mejores prácticas puede ayudar a reducir la contaminación del medio ambiente y mejorar el uso del agua comparado con otras fuentes fósiles. No obstante, de no cumplirse las condiciones anteriores, el fracking podría frenar la adopción de las energías renovables, así como también liberar químicos tóxicos en la tierra, en el agua y en el aire.

Con el gas natural a bajo costo, es probable que ocurra una transición de las economías hacia el gas natural. Con el valor económico de las reservas se ha creado entre la sociedad una certeza *virtual* de la extracción de más de estos recursos no convencionales. El factor clave, entonces, radica en la producción de estos recursos de manera en la que se reduzca el impacto ambiental en la mayor medida posible (Jackson, y otros, 2014, pág. 329).

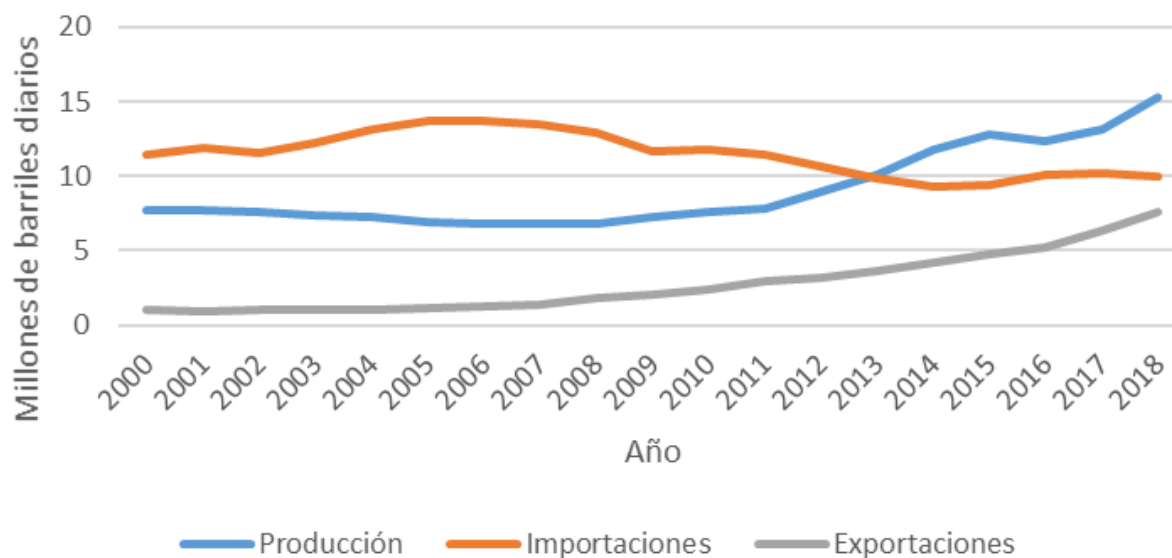
A medida que el fracking ha ido creciendo, también lo han hecho las preocupaciones públicas respecto al medio ambiente. Estas incluyen la potencial contaminación de acuíferos superficiales y subterráneos, la degradación de la calidad del aire, las fugas de gases de efecto invernadero, la sismicidad inducida, la fragmentación de los ecosistemas, entre otros.

1.4 Fracking en EE.UU.

1.4.1 Contexto y panorama energético

A pesar de sus detractores, la revolución del gas y del petróleo de lutita llegó para quedarse. Desde su comienzo a gran escala en 2014, el fracking ha presentado un rápido desarrollo, en los Estados Unidos. Durante los últimos años, los Estados Unidos ha sido el productor de hidrocarburos de más rápido crecimiento en el mundo, y la tendencia parece ir en aumento. En 2008, los Estados Unidos era un importador neto de hidrocarburos, importando alrededor de trece millones de barriles diarios. Para fines de 2013 era un exportador neto, con un flujo de salida de más de tres millones de barriles diarios.

Ilustración 9. Panorama de hidrocarburos en los Estados Unidos



(U.S. Energy Information Administration, 2019)

La producción de gas natural ha incrementado en un 25% desde 2010, sobrepasando a Rusia como el productor más grande de gas a nivel mundial; perfilándose para convertirse en uno de los exportadores más grandes de gas y modificar así los mercados globales de energía. La producción de petróleo, por su parte, ha crecido en un 60% desde 2008, escalando de 3 millones de barriles diarios a más de 8 millones (Morse, 2014, pág. 3).

1.4.2 Impacto económico

El declive en los costos de producción, consecuencia de la eficiencia y aplicación de nuevas tecnologías; y la propagación global del gas y petróleo de lutita auguran una baja sostenida de los precios de extracción de recursos no convencionales. Estas tendencias proveerán un auge significativo para la economía de los Estados Unidos. Los hogares podrían ahorrar cerca de 30 billones de dólares anualmente en costos de energía eléctrica para el año 2020, comparado con las proyecciones de la U.S. Energy Information Administration (Lent, 2016) y los costos de la gasolina podrían caer en un promedio de tres a cinco por ciento de los ingresos personales reales. Con una disminución de 30 por ciento, el aumento del ingreso anual disponible por hogar sería de hasta \$750 dólares promedio. El auge gasífero y petrolero podría aumentar el PIB acumulado alrededor de 2.8 por ciento y reforzar la mano de obra con cerca de tres millones de empleos (Morse, 2014, pág. 4)

La experiencia de la última década en Texas y otras partes de los Estados Unidos apoya este argumento. Como lo han demostrado varios estudios, incluido el impresionante informe UTSA 2014, el impacto económico directo e indirecto de la industria de la lutita es

realmente enorme y transformador. El aprovechamiento de la riqueza de hidrocarburos en el subsuelo, combinado con el desarrollo del sector de servicios y los principales proyectos de infraestructura, significará la creación de más de 196,000 empleos por año y la generación de más de \$ 137 mil millones para el estado de Texas para 2023. Tan solo en 2013, los yacimientos de lutita impulsaron la creación de 155,000 empleos y generaron alrededor de \$ 4.4 billones de dólares en ingresos fiscales para el estado.

1.4.3 Impacto medioambiental

Durante el proceso de extracción de petróleo y gas natural de lutita mediante fracking se han presentado diversas problemáticas de carácter medioambiental que han originado grandes debates. En primera instancia, el plano medioambiental de este fenómeno se ha abordado a manera de debate entre la sociedad civil, el gobierno, las ONGs, la academia y la prensa; propiciando así la politización del fenómeno, pasando a formar parte de la agenda pública de los Estados Unidos.

Existen diversos problemas medioambientales inherentes al proceso del fracking. Algunos de estos pueden ser mitigados, mientras que existe incertidumbre sobre si se pueden controlar algunos otros. En los Estados Unidos la utilización del fracking ha sido llevada a cabo por empresas relativamente pequeñas, que en algunos casos no aplicaron medidas de seguridad adecuadas (Norris, Turcotte, Moores, Brodsky, & Rundle, 2016, pág. 340).

A pesar del éxito económico del fracking en los Estados Unidos, se cree que la disminución en los precios de los hidrocarburos podría frenar la transición hacia las energías

limpias y renovables en el corto plazo. Al ser energéticos no renovables, el reemplazo del gas y del petróleo es aún un tema prioritario. El gas natural ha contribuido en la disminución de CO₂, ya que está reemplazado al carbón como insumo para la producción de energía eléctrica; no obstante, las emisiones provenientes de la extracción y uso de esta fuente aún son considerables.

Una de las principales problemáticas del fracking es el uso intensivo de agua y su contaminación. Como se ha mencionado anteriormente, existe una inmensidad de opiniones al respecto de este tema. En los Estados Unidos el problema de la escasez de agua ya ha sido expresado para la utilización del fracking en zonas áridas como Dakota del Norte y California. En cuanto a la toxicidad de los químicos utilizados, un estudio realizado concluyó que solamente unos cuantos de los químicos utilizados son tóxicos y que la mayoría tienen la toxicidad equivalente de muchos de los químicos utilizados comúnmente en las casas; no obstante, se ha demostrado también que se han contaminado aguas superficiales con metano cerca de algunas instalaciones de inyección mediante fracking. Debido a que las cantidades de agua que se requieren para el fracking son considerables, el almacenamiento y disposición de las aguas residuales puede ser un gran problema. La Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos ha concluido que la migración de los fluidos residuales del fracking hacia los mantos freáticos aún no ha sido resuelta (US EPA, 2012).

Posteriormente, las emisiones atmosféricas son unas de las principales inquietudes al respecto. El gas metano que es liberado hacia la atmósfera durante el proceso del fracking es una grave preocupación. Tras la inyección de fluidos durante el fracking, el producto

devuelto contiene altas concentraciones de metano que pueden escapar a la atmósfera; no obstante, su prevención es tecnológicamente factible hasta en un 99%.

Finalmente, se ha planteado también el problema de la sismicidad inducida. Como se dijo en apartados anteriores, este tema ha presentado una gran polémica entre la opinión pública. A pesar de que se ha demostrado la existencia de una correlación positiva entre la utilización del fracking y la sismicidad como un elemento intrínseco de esta técnica, se ha demostrado que la posibilidad de que ocurran en un determinado pozo es bastante baja. Sin embargo, la gran cantidad de pozos en los Estados Unidos permiten ciertos eventos sísmicos.

Es importante destacar que la técnica del fracking es aún bastante primitiva y aún representa una pequeña fracción del total de hidrocarburos extraídos a nivel global. Dicho esto, lo más deseable es el desarrollo de estudios que permitan obtener un mejor conocimiento sobre el potencial impacto medioambiental para el complejo fenómeno del fracking. El rápido desarrollo del fracking ha contribuido a diversos incidentes medioambientales. La gran mayoría de las preocupaciones medioambientales con respecto al fracking pueden ser mitigadas mediante la ejecución de medidas regulatorias. “El desarrollo de un fracking seguro y efectivo y determinar los límites apropiados de su uso son desafíos desalentadores que requerirán de habilidades interdisciplinarias [...]” (Norris, Turcotte, Moores, Brodsky, & Rundle, 2016, pág. 346)

CAPÍTULO II

LA REFORMA ENERGÉTICA

Desde los inicios de la primera década del siglo XXI, los estudios sobre el panorama energético en México apuntaban hacia la misma dirección. Siendo alguna vez uno de los principales productores de petróleo en el mundo, el diagnóstico indicaba un claro declive en la producción petrolera desde 1981 hasta su punto más bajo en el año 2004. La producción de petróleo crudo en el pozo de Cantarell, así como en otras regiones productoras ha experimentado un declive debido a la falta de inversión en nuevas exploraciones y en producción. Hoy Pemex enfrenta severos problemas presupuestales y deuda, sin aún inyectar la cantidad de recursos necesarios para mantener la producción petrolera, productos refinados y su transporte hacia el mercado nacional. En 2008 el sector petrolero generó alrededor del 37% de los ingresos del gobierno. Tal proporción declinó 20% en 2015 como resultado de una producción decreciente y bajos precios, aunado a los esfuerzos por diversificar la economía y por la reforma fiscal (Wood, 2016, pág. 1). Durante este periodo no solamente no se alcanzó una tasa suficiente de restitución de los yacimientos, sino que el entonces monopolio paraestatal de Pemex se encontraba prácticamente en bancarrota.

Ilustración 10. Panorama de hidrocarburos en México



(Sistema de Información Energética, 2019)

Mucho se ha hablado desde entonces acerca de las posibles alternativas de México para garantizar la seguridad energética a largo plazo. En su gran mayoría, se ha coincidido en que es necesaria una reestructuración del esquema de producción gasífero y petrolero que permita la entrada de inversionistas, operadores y contratistas externos con la capacidad de desarrollar e implementar nuevas tecnologías y técnicas, principalmente para la extracción de hidrocarburos en mar profundo y en yacimientos no convencionales.

La Reforma Energética es una reforma constitucional propuesta en 2013 por el ex presidente Enrique Peña Nieto, creada con el objetivo de atraer inversiones y modernizar el sector energético para así poder impulsar el apoyo a la economía familiar, el desarrollo social, el cuidado del medio ambiente, el aumento de la transparencia en el sector energético, la

competitividad y la capacidad productiva e industrial del país. Una de las miras establecidas en la Reforma va dirigida hacia los llamados *recursos no convencionales*, que se encuentran en cuencas de lutitas y aguas profundas. No obstante, para materializar dicho potencial es necesario superar las barreras técnicas, financieras y de ejecución para poder extraer dichos hidrocarburos de forma competitiva. Con este fin, la Reforma busca desarrollar e impulsar la inversión para la industria nacional de exploración y extracción de estos recursos.

La Reforma ha permitido que diversas empresas del sector privado participen en la exploración y extracción de hidrocarburos. PEMEX busca aliarse con compañías privadas para el desarrollo de proyectos de perforación en aguas profundas. Actualmente el gobierno mexicano se encuentra evaluando la posibilidad de participar en acuerdos compartidos para realizar proyectos en el yacimiento de Burgos para la explotación del gas *shale* (Wood, 2016, pág. 1). En 2013 se fijó una nueva ruta para la industria energética nacional que permitiría abrir al país a la iniciativa privada, acabando así con el monopolio de 75 años de la paraestatal Pemex. Con el declive en la producción de hidrocarburos y la proyección de un aumento en la demanda de energía, México se vio forzado a legalizar la participación externa para la industria del gas y del petróleo.

Se estima que el consumo de petróleo en México incremente en un 40% entre 2015 y 2029, conducido por un crecimiento en la demanda en sector de transporte de 57% (Wood, 2016, pág. 1). La creciente tasa de la demanda de energía en México exige soluciones inmediatas. La Reforma Energética, tal como se ha planteado, pretende hacer frente a estos retos para garantizar la seguridad energética del país, e impulsar uno de los principales motores de desarrollo económico.

Pemex, por sí mismo, ya no puede cumplir con sus responsabilidades de asegurar el futuro energético de México; en particular extraer, transformar y transportar todos los hidrocarburos que el país requiere, sobre todo en aguas profundas y campos no convencionales. México requiere de más operadores y de una reestructuración de la matriz energética que permita la transición hacia las fuentes limpias y renovables. Asimismo, la estrategia de reestructuración debe consistir, no solamente en la adopción de nuevas fuentes, sino también en la mejora de las fuentes ya existentes. El sector de hidrocarburos en el país necesita adoptar esquemas de exploración y producción más abiertos y eficientes que garanticen un abasto continuo y económico del mercado de energía. Partiendo de la experiencia histórica, se ha observado una gestión deficiente en la administración de los hidrocarburos. A pesar de contribuir con una porción importante del gasto público, Pemex carece de finanzas sanas y se encuentra hundido en pasivos laborales y atado a contratos manchados de corrupción. El monopolio petrolero del país ha tenido un gran declive durante las últimas dos décadas, de tal suerte que la tasa de restitución de reservas vaya también en picada. En el mejor de los casos, a la tasa actual de explotación, México cuenta solamente con reservas petroleras (3P) suficientes para los próximos 21 años (Subsecretaría de Hidrocarburos, 2017, pág. 14); reservas suficientes para una empresa, pero no para el abasto de una economía del tamaño de la mexicana, con proyecciones de una creciente demanda tanto en el mercado nacional como en del exportación. Las reservas de hidrocarburos son volúmenes de crudo y gas acumulados en el subsuelo con una fecha de recuperación previamente establecida para su comercialización. Las reservas 3P son la suma total de reservas, que incluyen las reservas probadas (1P), las reservas probables (2P) y las reservas posibles (3P).

Al negársele a Pemex la posibilidad de trabajar con empresas privadas y extranjeras que sí cuentan con tecnología de punta para el sector, se le condena al atraso y a la dependencia tecnológica. Actualmente, Pemex solo cuenta con lo que los demás competidores ponen a la venta, que es, por definición, tecnología obsoleta. Como ha demostrado el ejemplo de Noruega, el sector petrolero y gasista puede crecer como motor de desarrollo económico nacional, no solo en el sentido de extracción y procesamiento de hidrocarburos, sino también generando capital humano, tecnología y diversos servicios para la industria petrolera. Noruega se ha convertido en un modelo para los países productores y exportadores de petróleo al impulsar la economía nacional con esta actividad, generando riqueza, fuentes de empleo y mano de obra calificada y proveyendo altas tributaciones al gobierno. De igual manera, Noruega mantiene diversificadas sus actividades productivas, por lo que goza de independencia de las actividades productivas de hidrocarburos para el sostenimiento de la economía y el desarrollo nacional. El desarrollo tecnológico también ha sido un elemento clave para el éxito noruego, por lo que la perforación horizontal podría convertirse en un proyecto viable en el mediano plazo dadas sus vastas reservas de lutitas bituminosas.

Otro de los grandes cambios en la industria global de hidrocarburos en años recientes ha sido el poder acceder a las grandes reservas de gas y aceite de lutita (shale) y otros hidrocarburos no convencionales. Estas reservas no convencionales están revolucionando la industria global de energía a través de su oferta masiva, pero también requieren la aplicación de tecnología y modelos de negocios específicos para facilitar su extracción. Modelos muy distintos a los convencionales, lo que ha llevado a importantes desarrollos regulatorios en

algunos países, como Estados Unidos, Canadá y Colombia. Estados Unidos, el líder mundial en el desarrollo de lutitas gasíferas y petrolíferas, ha aumentado sustancialmente su producción de hidrocarburos, empatando incluso a Arabia Saudita como primer lugar mundial en producción, mientras que sus reservas crecen sin parar ante los nuevos descubrimientos no convencionales. Esto inició con empresas pequeñas, pero fue tal su éxito que desfondaron el precio, con lo que se ha venido una ola de fusiones y adquisiciones, y con la entrada de jugadores más grandes, una rápida aceleración de la curva tecnológica.

México ocupa el cuarto lugar mundial en reservas de gas de lutitas, reservas gigantescas en Chicontepec, que también cuenta con reservas no convencionales, y con potencial de petróleo de lutitas. En este sentido, México podría beneficiarse de la explotación eficiente de estos recursos, aumentando la disponibilidad de gas para la industria y de petróleo para las finanzas públicas, además de crear un gran desarrollo regional, estimulando su competitividad. Para ello, sin embargo, se requiere de una regulación apropiada para hidrocarburos no convencionales. Es por eso por lo que, a pesar de la gran oportunidad y, en el caso de Chicontepec, a los grandes presupuestos invertidos, Pemex se ha mostrado incapaz de explotar los recursos no convencionales de manera eficiente. Un pozo de lutitas cuesta tres veces más en México que en EE. UU. o en Canadá. Esto se explica, en gran parte, a causa de la curva tecnológica ya mencionada. El rezago tecnológico ha sido uno de los factores principales que han frenado esta actividad en el país.

Como se dijo anteriormente, existe un gran potencial energético en México derivado de sus ricos yacimientos en lutita bituminosa. Se prevé que la Reforma Energética logrará - en el largo plazo- impulsar el desarrollo económico nacional a la vez que garantice una

proveeduría sustentable de energía mediante el aprovechamiento de estos recursos no convencionales. Mucho se ha hablado sobre el declive en la producción petrolera en México y la enorme dependencia económica que predomina desde hace ya varias décadas. Sin embargo, el tema del gas natural se vuelve ahora un elemento clave para la nueva matriz energética del país. El desarrollo de la Red Nacional de Gasoductos está permitiendo un enorme flujo de gas natural proveniente de los Estados Unidos, garantizando el abasto constante para la producción de energía eléctrica mediante plantas de cogeneración y de ciclo combinado, sobre lo que profundizaremos más adelante.

Tratándose de un tema tan controversial como lo es el fracking, dedicamos el siguiente apartado para bosquejar el debate entre las distintas estrategias y líneas de acción de la política energética. La Reforma energética y la ENE 2014-2028 presentan serias contradicciones semánticas dados sus enfoques antagónicos para la conducción de la política energética del país. Como se expuso anteriormente, tanto la Reforma como la ENE afirman su compromiso por la transición hacia las energías limpias, a la vez que las perspectivas de la explotación de los recursos energéticos no convencionales contenidos en el subsuelo auguran una espinosa armonización con los compromisos medioambientales dadas las dificultades técnicas para extraerlos de manera responsable y sustentable.

2.1 Marco Legal de la Reforma Energética

La Reforma Energética está considerada como parte de las llamadas *Reformas Estructurales*, lo que significa que no se trata solamente de la modificación de una ley, sino que consiste en un enorme proyecto legislativo. El proyecto consistió en la modificación de los artículos 25, 27 y 28 constitucionales; así como el establecimiento de 21 artículos transitorios. De ello se deriva la creación de 9 nuevas leyes que contemplan 6 temas o ejes centrales: hidrocarburos, electricidad, diseño institucional, Empresas Productivas del Estado, ingresos de la nación y sustentabilidad.

Uno de los ejes más importantes de la Reforma consiste en la transición energética. A pesar de la vocación petrolera de México, la transición hacia las energías limpias y renovables es un tema central para la política energética nacional. Antes de la Reforma Energética la participación de las energías renovables era limitada, dado que su producción solamente estaba contemplada bajo un esquema de inversión privada con intervención restringida. Uno de los objetivos de la Reforma es reducir la dependencia y el consumo de los combustibles fósiles, promoviendo un mayor uso de las energías limpias.

Para garantizar el cumplimiento de las normativas medioambientales se creó la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), como un órgano independiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En materia de seguridad industrial la Agencia tiene por objetivos:

- El establecimiento de estándares técnicos nacionales e internacionales

- La prevención y la contención de derrames y de fugas
- Las coberturas financieras contingentes
- La integridad física y operativa de las instalaciones
- El diseño y atención de planes para prevenir y atender emergencias
- La investigación de incidentes y accidentes

En materia de cuidado al medio ambiente, los objetivos de la Agencia son:

- La protección, conservación, y restauración de ecosistemas y recursos naturales
- La caracterización y el manejo de los residuos
- El control de las emisiones contaminantes
- El establecimiento de los elementos técnicos necesarios para la creación de la política ambiental y energética.

(Comisión de Energía - Senado de la República, 2014, pág. 35)

Con respecto a la exploración y perforación de yacimientos no convencionales la ASEA cuenta con diversas normas, disposiciones, reglamentos y leyes para la protección y conservación del medio ambiente, así como una serie de sanciones para quien las infrinjan.

Como parte del marco jurídico que constituye la Reforma, se desprenden la Ley de Hidrocarburos, la cual establece los permisos, obligaciones y trámites que deben realizarse en las actividades vinculadas a la cadena de valor de petrolíferos, para la mejor vigilancia y supervisión de los mismos. La Secretaría de Energía (SENER) tiene la facultad de regular los permisos para refinación y tratamiento de petróleo crudo, así como de los permisos de

exportación e importación (en conjunto con la legislación en materia de comercio exterior). Se desprende también la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la cual tiene por función "regular las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y expendio al público de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos" (Secretaría de Energía, 2017, pág. 17).

2.2 Seguridad energética

La restitución de las reservas es uno de los temas más importantes en materia de seguridad energética; no obstante, en términos más generales, la seguridad energética se define como la capacidad de tener acceso a un abasto suficiente e ininterrumpido de fuentes de energía a un precio razonable. En esta definición se incluye también el factor económico, plasmando algunos de los temores más comunes para los países exportadores de hidrocarburos suscitados, en gran medida, a raíz del embargo árabe del petróleo en 1973, a partir del cual la comunidad internacional comprendió que el poder de un solo actor podía modificar sustancialmente el *statu quo* en el mercado internacional de petróleo y de gas natural. La estabilidad del precio de los hidrocarburos se ha convertido en un complejísimo sistema multifactorial en el que influyen una enorme cantidad de actores. La globalización de los mercados financieros nos ha mostrado cómo la cantidad de información disponible, la velocidad en que esta fluye y la capacidad del mercado para procesarla y actuar en consecuencia puede provocar una enorme volatilidad en los precios del *commodity*. La seguridad energética tiene también implicaciones de estrategia nacional. Uno de los enfoques de la seguridad energética está basado en la amenaza del terrorismo, la inestabilidad en los países exportadores, las reacciones nacionalistas, el temor por la lucha de suministros, las rivalidades geopolíticas y la necesidad energética fundamental de cada país para impulsar su economía doméstica.

La seguridad energética a nivel internacional se ha visto amenazada a lo largo de la historia. La Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), cuyo objetivo es

"coordinar y unificar las políticas petroleras entre los países miembros con el fin de garantizar un precio justo y estable para los productores de petróleo y el justo retorno de capital para quienes invierten en esta industria" (OPEC, 2018), ha tenido una gran injerencia sobre los precios del petróleo, demostrando sus capacidades por primera vez durante el embargo árabe del petróleo en 1973. A partir de aquel momento, diversos hechos históricos han dejado ver la fragilidad de los precios del petróleo y la volatilidad con que cambian. A partir del embargo del '73, la línea del tiempo de estos acontecimientos se desarrolla de la siguiente manera: la revolución iraní en 1979, la Guerra Irán-Irak de 1980-1988, la Guerra del Golfo Pérsico, los atentados terroristas del 9/11, la Guerra de Irak de 2003 a 2011, la crisis financiera global de 2007 y la revolución energética del *shale* en 2014. Estos son algunos de los eventos más significativos de la historia reciente que han alterado drásticamente los precios del oro negro.

La evidencia empírica de los últimos cincuenta años ha demostrado la necesidad de garantizar la seguridad energética internacional. México, a pesar de ser uno de los principales productores de energía fósil a nivel mundial, cuenta con grandes rezagos infraestructurales que ponen en entredicho su capacidad para garantizar la seguridad energética del país. A raíz de la Reforma Energética de 2013 se han hecho evidentes las carencias energéticas más inmediatas. El rápido crecimiento en la demanda de gas natural durante los últimos años y el declive en la producción interna forzaron el impulso hacia los mercados extranjeros. Al liberalizarse el mercado nacional de energía, los primeros proyectos en materializarse fueron los ambiciosos gasoductos tendidos desde los Estados Unidos hasta el Bajío, con los cuales se garantizó el abasto inmediato del mercado nacional y comenzó una rápida transición en la matriz energética. Algunos de los proyectos más importantes en materia de energía

consistieron en el desarrollo de plantas generadoras de electricidad con turbinas impulsadas mediante la combustión de gas natural.

Con la caída de los precios internacionales de referencia del petróleo en 2014 la seguridad energética en el país se vio gravemente comprometida. Uno de los principales mecanismos para superar este desafío fueron los seguros de cobertura petrolera que contrató la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, con los que se logró cubrir el déficit fiscal contemplado en el presupuesto para el ejercicio de la Ley de Egresos. Con la Reforma y sus Leyes secundarias, la seguridad energética en México se encuentra en una etapa de politización. Si bien, la Reforma representa un giro radical para la estrategia nacional de seguridad energética, su implementación aún no ha tomado medidas urgentes para considerarla como securitizada.

La caída de los precios fue provocada por razones exógenas, de entre las que destacan la falta de acuerdos en la Organización de Países Exportadores de Petróleo para definir un nivel de extracción y del aumento significativo en los niveles de inventarios (cabe destacar que esta organización intergubernamental controla aproximadamente el 40% del mercado mundial); la introducción de Estados Unidos como una potencia productora de crudo, en particular, su desarrollo de nuevas tecnologías; las expectativas de incrementos adicionales en la oferta mundial de crudo provenientes de la reciente eliminación de sanciones económicas a Irán y, en menor medida, el constante deterioro de las perspectivas de crecimiento mundial y la debilidad de la actividad industrial a nivel global (Secretaría de Energía, 2017, pág. 63).

La seguridad energética en México depende en gran medida de su capacidad de desarrollar independencia y autosuficiencia. Durante años México se ha caracterizado por ser un país con un alto grado de dependencia, tanto energética como financiera, de su producción petrolera. Con la Reforma Energética se busca revertir esta tendencia impulsando fuentes de energía renovables y limpias. El desarrollo de la energía geotérmica, solar y eólica son algunos de los modelos con mayor potencial para lograr esta transición en el mediano y largo plazo.

Otro de los dilemas de la seguridad energética consiste, no solamente en garantizar el abasto energético mediante la producción interna y las importaciones, sino en el desarrollo de terminales de almacenamiento que respalden la matriz energética en caso de presentarse desabasto o picos en los precios, con el fin de garantizar suficiencia energética a precios razonables.

Al 1 de enero de 2017, México registró un nivel de reservas totales de hidrocarburos (3P) de 25,858 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce), cifra menor en 1.1% con respecto al 2016, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Reservas Probadas:** el 75.6 % se ubica en aguas someras y 24.4 % en terrestres
- **Reservas Probables:** la mayor concentración se tiene en aguas someras con el 67.1 % y 32.9 % en terrestres.
- **Reservas Posibles:** se registra 58.6 % en aguas someras, 40.9 % en terrestres y 0.5 % en aguas profundas. Por ubicación, la mayor participación se centra en las reservas de aguas someras (Secretaría de Energía, 2017, pág. 46).

El 12 de diciembre de 2017, la SENER publicó en el DOF la Política Pública de Almacenamiento Mínimo de Petrolíferos, que tiene como objetivo incrementar la seguridad energética en México, al crear la obligación de mantener almacenado un volumen mínimo de gasolina, diésel y turbosina en todas las regiones del país. Hoy México cuenta únicamente con tres días estratégicos de almacenamiento de petrolíferos, mientras otros países oscilan entre los 70 y 90 días. Hay 48 proyectos de terminales de almacenamiento en marcha, tendrán capacidad de 31 millones de barriles – lo cual representa un aumento de 177% en la capacidad total de almacenamiento del país – y una inversión de 2,700 millones de dólares. Se estima que, una vez que las centrales estén en marcha, la reserva podría llegar hasta 13 días.

2.2.1 Política energética en México

La política energética de México fue uno de los temas más controversiales dentro de la agenda legislativa del gobierno de Enrique Peña Nieto. Desde inicios del siglo XXI se intentó reformar las leyes constitucionales referentes a la propiedad y explotación de los recursos del suelo y del subsuelo. No obstante, hasta el año 2014 se logró aprobar la llamada *Reforma Energética*, que modifica por completo los modelos de exploración, perforación y extracción, transporte, almacenamiento, refinamiento y comercialización de hidrocarburos en el país.

Con la expropiación petrolera promovida por el entonces presidente, Lázaro Cárdenas, en 1938 se nacionalizó la industria del petróleo, expulsando a las empresas extranjeras que participaban en las actividades relacionadas con la producción de

hidrocarburos y relegando la exclusividad a la paraestatal *Petróleos Mexicanos*. No es sino hasta la aprobación de la Reforma Energética, 75 años después, que el sector de hidrocarburos se abre nuevamente a la iniciativa privada. La disminución de las capacidades de la paraestatal, aunadas a un duro contexto para el sector energético a nivel global fueron el motor principal para el impulso a esta controversial Reforma.

A partir del año 2004 *Petróleos Mexicanos* comenzó a presentar un déficit en la relación entre la inversión destinada a exploración y extracción y la producción de petróleo. El declive de Cantarell, el yacimiento más importante del país desde 1979; la paulatina disminución de las reservas petroleras y gasíferas, y la crisis financiera global de 2008 pudieran ser algunas de las principales causas asociadas a la urgencia de promover una reforma al sector energético en México. Además, en cuestiones internas, PEMEX se encuentra frente a una profunda crisis administrativa y financiera derivadas de su menguante productividad y de sus altos pasivos laborales y de los desvíos multimillonarios perpetrados por diversas empresas subcontratadas, los privilegios desmedidos del sindicato petrolero y las bandas dedicadas a la ordeña clandestina de ductos de combustible, comúnmente conocidos como *huachicoleros* (El Universal, 2017), (Solís, 2018). Dicho lo anterior, a pesar de existir un sinnúmero de detractores, resultó evidente que la necesidad de reformar el sector energético era apremiante.

La política energética de México ha tomado un nuevo rumbo con la implementación de la Reforma. Aunque ya se ha decretado que su articulación se llevará a cabo de manera paulatina y que sus objetivos están enfocados en el largo plazo, la Reforma ya se ha echado

a andar. Las rondas para la licitación ya han adjudicado una serie de proyectos para exploración, extracción, transporte, refinamiento y distribución de hidrocarburos.

La Reforma trae consigo un nuevo modelo energético. Este modelo se encuentra desarrollado en la *Estrategia Nacional de Energía 2014-2028* (ENE). Entre los principales objetivos de la ENE se encuentra impulsar a México como competidor en el entorno energético global de forma socialmente responsable y protegiendo al medio ambiente, así como reducir los riesgos financieros, geológicos y ambientales en actividades de exploración y extracción; y la transformación industrial del petróleo y del gas. En el largo plazo se pretende alcanzar una transición energética que incremente la producción de hidrocarburos, disminuya el precio de los energéticos, reduzca emisiones y cumpla con las metas ambientales.

En la actualidad, México es importador neto de gasolinas, diésel, turbosina, gas natural, gas licuado de petróleo (LP) y petroquímicos. La ENE busca revertir las deficitarias tendencias actuales de producción y de consumo de energía en México, estimulando la producción petrolera hasta alcanzar niveles similares a los del año 2004 (entre 3 y 3.5 millones de barriles por día). Otro de los grandes retos para México consiste en la armonización de los objetivos de producción energética con los objetivos de conservación y protección medioambiental. La ENE reconoce la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero y pretende transformar los patrones de uso y de producción de energía.

Unos de los principales objetivos declarados en la Reforma son "reducir la exposición del país a los riesgos financieros, geológicos y ambientales en las actividades de exploración

y extracción de petróleo y gas" e "impulsar el desarrollo con responsabilidad social y proteger al medio ambiente". La implementación de la Reforma Energética sitúa a México en un proceso de transición hacia un modelo de mercado energético abierto y competitivo con la ejecución de nuevas herramientas y mecanismos para establecer esquemas de incentivos a la participación privada y a las Empresas Productivas del Estado. Mediante las Rondas, la apertura del sector ha favorecido la atracción de inversión privada, con lo que "se reducen los riesgos de inversión para el Estado y se aseguran los mejores retornos" (Secretaría de Energía, 2017, pág. 15).

Un factor importante a considerar para el éxito de este nuevo modelo energético es el grado de apertura comercial del que goza el país. México es uno de los países con mayor cantidad de tratados internacionales (bilaterales y multilaterales) en el mundo. Cuenta con una economía abierta favorecida por 12 acuerdos de libre comercio con 46 países y 33 acuerdos recíprocos de protección a la inversión. Al ubicarse como el décimo mayor consumidor de petróleo a nivel mundial, el comercio de energéticos resulta vital para el abasto del mercado nacional. De igual manera, las sólidas relaciones comerciales construidas a lo largo del globo fomentan en gran medida la capacidad exportadora e importadora que durante décadas ha constituido un eje central para el desarrollo económico del país. La Reforma Energética no solamente abre la posibilidad de comerciar energéticos con mayor facilidad, sino que coadyuva a la creación de un mercado energético competitivo que garantice precios justos.

A pesar de la puesta en marcha de la Reforma Energética, la ejecución de las licitaciones, así como el rumbo de la política energética se han visto modificados por diversos

factores coyunturales tales como los resultados electorales en los Estados Unidos y en México. En el caso del primero, la elección del presidente Donald Trump ha significado un gran retroceso, no solamente en materia migratoria y comercial. Durante los primeros meses de su administración, el gobierno de los Estados Unidos adoptó una política de rechazo al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Esto derivó en tensas negociaciones entre los Estados Unidos, Canadá y México, que finalmente condujeron a la firma de un nuevo documento titulado *Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá* (T-MEC), donde se retomaron los temas previamente pactados en el TLCAN y se hicieron algunas adiciones y modificaciones.

En el T-MEC se trataron, entre otros, temas de índole energética. La inclusión de este tema resulta de gran importancia, dado que de otra forma hubiesen peligrado diversos proyectos que se realizaron en conjunto entre México y los Estados Unidos y que ya se encuentran operativos, como es el caso del gasoducto de Los Ramones, que abastece una porción significativa del gas natural de importación en México, transportándolo desde Texas hasta Guanajuato. Así como Los Ramones, durante la puesta en marcha de los proyectos derivados de la Reforma Energética se construyó y amplió la Red Nacional de Gasoductos.

La elección del presidente Trump en los Estados Unidos, como la del presidente López Obrador en México significaron cambios ideológicos y políticos de 180 grados que pretenden dar marcha atrás a diversos proyectos gestionados por sus antecesores. A pesar de la gran incertidumbre que ello planteaba, con la firma del T-MEC se garantizó finalmente la continuidad a los proyectos preestablecidos en materia de energía. El tratado respetó las

reglas de origen antes establecidas y ratificó las tarifas de 0% a bienes del sector, tales como gas natural en estado licuado y gaseoso, así como productos derivados (PwC, 2019).

El Capítulo 8, desde su título, indica una declaración del Estado Mexicano con relación a la propiedad directa, inalienable e imprescriptible de la Nación sobre los hidrocarburos, propiedad prevista y regulada por el artículo 27° de la Constitución. Por tanto, el T-MEC reconoce el pleno derecho de cada una de las partes, de emitir regulaciones en materia de hidrocarburos, de conformidad con sus respectivas Constituciones y derecho interno.

Por su parte, considerando la estrecha relación en materia energética que existe entre Estados Unidos y Canadá, dichas partes suscribieron una Carta Paralela, la cual no fue suscrita por México. Este documento prevé las medidas regulatorias y de transparencia, señalando la importancia de fortalecer la integración del mercado energético de Norte América, basado en principios de mercado abierto e inversiones entre las partes, con el fin de apoyar la competitividad, seguridad e independencia energéticas de la región. Finalmente, la Carta Paralela establece que cada parte asegurará el acceso abierto no indebidamente discriminatorio o preferencial, tanto de líneas de transmisión eléctrica, como a los sistemas de ductos (Deloitte, 2018, pág. 34).

Cabe destacar que la política energética de la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador no favorece la continuidad e integridad de múltiples de los proyectos desarrollados a raíz de la Reforma Energética. A pesar de que se han comprometido cientos de miles de millones de dólares con estos proyectos, no se descarta la posibilidad de que el presidente de marcha atrás a varios de ellos, o incluso revocar la Reforma. Esta última se

como una opción muy poco probable dados los altos costos políticos y económicos que habría que pagar en caso de que así se decidiera.

La Reforma Energética tiene un gran potencial para garantizar la seguridad energética del país en el mediano y largo plazo. Aun habiendo forjado una estrecha relación comercial y energética con los Estados Unidos, sellada con la firma del T-MEC, la incertidumbre en el ámbito político permanece considerablemente. De no modificarse las condiciones actuales, tanto la Reforma Energética como el T-MEC habrán de tener efectos positivos sobre la seguridad energética del país. Por otro lado, los objetivos de seguridad energética para los Estados Unidos son sumamente distintos a los de México. Para los Estados Unidos, la seguridad energética está íntimamente vinculada al ámbito militar como un elemento de poder. Al haberse transformado en exportador neto de energía a raíz de la Revolución del Shale, la situación de dependencia energética en que se encontraba desde la Crisis Petrolera de 1973, los Estados Unidos han ganado nuevos espacios de reconfiguración geoestratégica y geopolítica, ahora utilizando sus recursos energéticos como una herramienta de apalancamiento.

En el caso de México, el desarrollarse como potencia energética significaría la posibilidad de redefinir por completo la agenda de política exterior, permitiendo el ejercicio de una política activa para la consecución de los intereses nacionales. Asimismo, en el nivel de securitización se verían adoptadas las consignas mínimas por las que la sociedad civil ha pugnado para pasar a formar parte de la agenda pública.

2.2.1.1 Petróleo crudo y petrolíferos

Como se dijo anteriormente, durante los últimos años la actividad petrolera en México en términos generales ha presentado un declive. A principios de 2017 se registró un nivel de reservas totales de hidrocarburos (3P) de más de 25 mil millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce), lo que representó una disminución de un 1.1% con respecto al año anterior. La tendencia descendente de la producción de petróleo crudo equivale a un crecimiento anual de -3.8%. En el ámbito comercial, el 43.8% de la producción de petróleo crudo se destinó al consumo interno, mientras que el 56.2 % de la producción restante, se distribuyó a terminales de exportación (Secretaría de Energía, 2017, pág. 17). El 50% de las exportaciones de petróleo mexicano se orientaron al mercado de América (10 % menos comparado con 2015) debido, principalmente, a la *revolución energética* en los Estados Unidos. El resto del mercado de exportación se encuentra dividido entre Europa y el Lejano Oriente, con un 23 y 27 por ciento respectivamente.

Con el fin de revertir dicha tendencia, el Gobierno de México reestructuró la política energética con la adaptación de los contratos del sector en su totalidad. La implementación de la Reforma Energética comenzó formalmente en agosto de 2017 con los procesos de adjudicación de áreas contractuales para la exploración y extracción de determinados campos de producción a lo largo del país, otorgados por la Secretaría de Energía con asistencia de la Comisión Nacional de Hidrocarburos. La primera fase de la adjudicación se intituló como "Ronda Cero", la cual consistió en la evaluación de las capacidades técnicas, financieras y de ejecución de Petróleos Mexicanos para convertirla en una Empresa Productiva del Estado

(EPE) y fortalecerla para asegurar sus niveles de producción, restablecer la tasa de restitución de reservas e incrementar su capacidad de inversión mediante el establecimiento de alianzas y asociaciones estratégicas (*farmouts*) para así poder acceder a nuevos yacimientos y operar de manera eficiente y competitiva (Secretaría de Energía, 2017, pág. 27). El resultado de este proceso fueron 462 asignaciones para Pemex, de las cuales 119 consisten en derechos para la exploración y extracción, 271 de extracción, y 72 que a campos de producción asignados hasta que el Estado las licite.

Una vez designadas las adjudicaciones estratégicas de Pemex, la SENER convocó la Ronda Uno: un portafolio de áreas y bloques con diversas características y con oportunidades de exploración en áreas productoras, áreas poco exploradas con recursos prospectivos potenciales en yacimientos convencionales y no convencionales.

Este proceso comprendió cuatro licitaciones públicas internacionales para la adjudicación de contratos para la exploración y extracción de hidrocarburos. La primera licitación de esta ronda se realizó en agosto de 2014 y consistió en un portafolio de áreas y campos diversos donde se dio inicio a la participación competitiva, tanto de empresas privadas, como de las EPEs en las actividades de exploración y extracción de petróleo y gas natural (Secretaría de Energía, 2017, pág. 27).

La primera fase de la Ronda Uno careció de competencia y de participación, probablemente debido a los requisitos de participación en las ganancias de inversión y una garantía corporativa de 6 mil millones de pesos (Wilson Center. Mexico Institute, 2018, pág. 66). El fracaso de esta primera fase motivó a que el gobierno mexicano mejorara la

competencia y el atractivo fiscal y contractual para las licitaciones futuras. No obstante, de ello, se logró uno de los principales objetivos de la Reforma: impulsar la competencia y abrir la industria petrolera de México a nuevos participantes. En esta Ronda fueron nueve las compañías internacionales y mexicanas que participaron. El ganador fue un consorcio que incluía compañías británicas y estadounidenses, liderado por una compañía establecida en México (Wilson Center. Mexico Institute, 2018, pág. 67).

En la tercera subasta de la Ronda Uno se impulsó y favoreció la participación de compañías mexicanas, logrando adjudicarse 18 de los 25 bloques licitados. La cuarta y última subasta de la Ronda se programó la licitación de una de las áreas más codiciadas dentro del sector: exploración y producción de compañías privadas en aguas profundas del Golfo de México. El resultado final de la Ronda incluyó 2 bloques contractuales para exploración y extracción de hidrocarburos, que abarcan una superficie superior a los 29 mil km² e incluye 18,400 mmbpce en reservas 2P y recursos prospectivos, con una inversión anual proyectada de más de 12 mdd.

En la Ronda Dos se adoptó una estructura similar a la de la Ronda Uno, programando las oportunidades y los bloques más lucrativos para la subasta final de la ronda, concluyendo con la oferta de los bloques en aguas profundas. Se licitaron con éxito 19 de los 29 bloques subastados, superando ampliamente los pronósticos del gobierno y del mismo sector privado. El gobierno destacó una potencial inversión total de 93 mil millones de pesos durante la vida de los proyectos adjudicados y una producción de petróleo de aproximadamente 1.5 millones de barriles por día (Wilson Center. Mexico Institute, 2018, pág. 70).

La Ronda Tres consiste en 35 bloques de exploración y extracción de hidrocarburos en aguas someras bajo la modalidad de producción compartida, principalmente enfocada hacia los recursos no convencionales. Dichas áreas abarcan una superficie total de 26,265 km², divididas en tres sectores: Burgos, Tampico-Misantla-Veracruz y Cuencas del Sureste. Esta ronda también logró superar las expectativas, al adjudicarse 16 de los 35 bloques, lo que reafirmó la necesidad de apoyar la apertura en México dado su gran potencial y prospectiva de sus recursos subterráneos. Las inversiones totales de los proyectos se elevan a más de 8.5 mil millones de pesos durante la vida de los contratos.

En 2016 la demanda interna de petrolíferos fue de 1.39 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, lo que supone un incremento de 2.9% con respecto al año 2015. La participación de cada sector de consumo se distribuyó de la siguiente manera:

- 79.5 % se destinó a las necesidades de consumo del sector transporte.
- 10.7 % representó el consumo del sector eléctrico.
- 7.4 % representó la demanda de petrolíferos en el sector industrial.
- 2.3 % correspondió al sector petrolero.

El sector que presentó un mayor crecimiento en la demanda de petróleo fue el sector industrial. El coque de petróleo es el petrolífero de mayor uso en las ramas industriales intensivas, principalmente en la industria del cemento. De 2006 a 2016 su demanda incrementó 20.6% (Secretaría de Energía, 2017, pág. 42)

2.2.1.2 Gas natural

Uno de los objetivos principales de la presente Administración consiste en desarrollar una industria energética eficaz y sustentable con el fin de brindar un acceso confiable, continuo y competitivo de gas natural en todo el territorio nacional. Por tal motivo, desde 2013 dio inicio la Estrategia Integral de Suministro de Gas Natural (EISGN), misma que ha permitido garantizar el abasto e impulsar el desarrollo de la red nacional de transporte, propiciando la libre competencia, transparencia y ampliación de infraestructura, al igual que permitir la participación de la iniciativa privada y Empresas Productivas del Estado (EPE'S) en igualdad de circunstancias (Secretaría de Energía, 2017, pág. 12).

La política energética del país en torno al gas natural se ha ido moldeando de manera cada vez más concreta durante los últimos años. El uso de este hidrocarburo se ha popularizado ampliamente; sobre todo en los sectores eléctrico e industrial. En el caso del primero, el gas natural representa el 69% de los insumos utilizados como fuente de combustión para la producción de energía eléctrica. En el sector industrial, el consumo de gas ha crecido 43.5% durante los últimos diez años. Estas cifras representan un aumento significativo en la demanda de gas natural en el país, lo que significa que el desarrollo de este sector se está volviendo cada vez más prioritario dentro de la política energética nacional. El aumento en la demanda de este insumo se debe, en gran medida, a la estrategia de sustitución de combustibles caros y contaminantes (como el combustóleo y el diésel), dado su bajo costo y su relativamente bajo impacto medioambiental.

En el sexenio del ex presidente Peña Nieto se instalaron más de 3,300 kilómetros en la red nacional de gasoductos, lo que representó un incremento de 29% con respecto a la capacidad instalada hasta el año 2012. La expansión de la red gasífera no solamente significa un logro para el abasto nacional de energía y la seguridad energética del país, sino que su inserción dentro del nuevo marco regulatorio augura el desarrollo de un mercado más eficiente.

Entre 2006 y 2016 la demanda de combustibles fósiles en el país incrementó en un 15%, alcanzando los 17 mil millones de pies cúbicos diarios de gas natural equivalente. Asimismo, en 2016 la participación del gas natural en la demanda total de combustibles fósiles fue de 43.7% con un volumen de más de 7,600 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd); y en los últimos diez años, la demanda tuvo un incremento de 34% debido al auge de las plantas de ciclo combinado que lo utilizan para la generación de energía eléctrica.

Con respecto a las reservas remanentes de gas natural en México, éstas han disminuido 53.5%, debido a la volatilidad del precio del crudo, aunado a las variaciones del tipo de cambio y tasas de interés que presionaron a la baja actividad de producción por parte de Pemex. La cuenca de Burgos, la cual abarca el norte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; cuenta con un gran potencial para la explotación de gas de lutita. Algunos contratos para la explotación de los recursos gasíferos de esta cuenca fueron adjudicados durante la Ronda 3.

Para efectos de la presente investigación, la Ronda Tres de la Reforma Energética es la de mayor interés, dado que es en esta Ronda en la que habrá de definirse en gran medida el futuro del mercado gasífero del país. En este sentido, el ex titular de la Secretaría de

Energía (SENER), Pedro Joaquín Coldwell, señaló que, el 53 por ciento de la riqueza petrolera que aún se mantiene en el subsuelo, está en los yacimientos no convencionales, por lo que el 84 por ciento del consumo de gas natural en el país se cubre con la importación de la molécula (Secretaría de Energía, 2018). La Ronda 3.1 consistió en la licitación de campos petroleros, en la que Pemex se adjudicó siete contratos y el resto se adjudicó a 14 empresas extranjeras de 10 distintos países.

Actualmente, debido a la promoción de una estrategia agresiva de política energética— que incluye la construcción de infraestructura de transporte y plantas de ciclo combinado a lo largo del país – el gas natural se ha convertido la fuente más importante de energía para este sector (Duhalt, 2018, pág. 2).

2.3 La política ambiental

La responsabilidad asumida durante las últimas décadas con respecto a la conservación medioambiental está íntimamente vinculada con las formas en las que producimos y consumimos energía. La política ambiental tiene un vínculo indisoluble con la política energética, por lo que la Reforma abunda en materia de legislación medioambiental.

En México, la política ambiental se ha definido a partir de los diversos compromisos y pactos asumidos frente a organizaciones internacionales, partiendo de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas como base. La Reforma fija el objetivo de producir el 35% de la energía consumida en el país a partir de fuentes limpias para el año 2024; metas que no resultan tan improbables, considerando que en 2016 alrededor del 20% de la energía provenía de fuentes limpias. Por su parte, las perspectivas derivadas de la capacidad instalada apuestan hacia el desarrollo exponencial de las energías eólica, geotérmica, hidráulica y solar (Zavaleta Vázquez, 2016).

Para fines de 2016 se registró un incremento de 10.17% en la capacidad instalada de energías renovables en México, representando un 15.4% de la energía total del país (Secretaría de Energía, 2017, pág. 14). Previo a la Reforma, la participación de las energías renovables en la matriz energética del país era muy limitada, ya que solamente se encontraba permitida bajo modalidades de inversión privada con intervención restringida.

A nivel internacional se han logrado grandes avances y consensos en pro de la conservación medioambiental; de ahí que la Ley General de Cambio Climático plasme un compromiso verdadero por "garantizar el derecho a un medio ambiente sano, a desarrollo

sustentable, así como a la preservación y restauración del equilibrio ecológico". De igual manera, la Reforma plantea la reducción del consumo e independencia de los combustibles fósiles, impulsando así un mayor uso de las energías limpias. Ya se cuenta también con una Ley de Transición Energética, la cual tiene como objetivo "regular el aprovechamiento sustentable de la energía"; así como con una Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios.

La transición energética requiere de una transformación en la política nacional que articule un conjunto de instrumentos para promover la observancia de las leyes en sus objetivos, para así poder alcanzar un aprovechamiento sustentable de la energía a mediano y largo plazo, fomentando una mayor participación de las energías renovables y logrando diversificar la matriz energética al reducir la dependencia de los combustibles fósiles como fuentes de energía primaria bajo criterios de viabilidad económica.

El gran potencial para el uso de las energías renovables en México deriva en gran medida de su privilegiada condición geográfica, por lo que su aprovechamiento tiene un papel esencial en la transición hacia una matriz energética con una participación de los combustibles fósiles cada vez menor.

A partir de la Ronda 3 para la adjudicación de contratos para la explotación de hidrocarburos no convencionales, el ex Secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell se pronunció en favor de una explotación social y medioambientalmente responsable y señaló que a partir de la experiencia de los Estados Unidos se observó que "el aumento en la producción de gas natural proveniente de los yacimientos no convencionales, ha significado una reducción del 12 por ciento en las emisiones contaminantes en el sector eléctrico"

(Secretaría de Energía, 2018). Inicialmente, la adjudicación de los recursos no convencionales estaba programada para la Ronda Uno, sin embargo, los reguladores involucrados [la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y la Agencia de Seguridad Energética y Ambiental] determinaron la necesidad de diseñar un nuevo marco jurídico para la regulación económica y de protección al medio ambiente que no solamente aplicara para los operadores de los campos, sino también para todos los proveedores; en base a las mejores prácticas que se realizan en Estados Unidos, Argentina y Canadá (García, Ronda 3.3 será de recursos shale, 2018).

En materia de recursos hidráulicos, el ex secretario de la Comisión Nacional del Agua, Roberto Ramírez de la Parra, ha hecho hincapié en que el agua que habría de utilizarse para el proceso de la fracturación hidráulica provendrá del tratamiento industrial y será reutilizable hasta cuatro veces. A demás, los pozos estarán a un mínimo de 600 metros verticales de cualquier manto acuífero y de al menos un kilómetro de cualquier masa hídrica. Los operadores estarán obligados a construir dos, o hasta tres barreras impermeables en los pozos; además de monitorear los compuestos químicos utilizados y el agua residual será desechada por la Agencia de Seguridad Energética y Ambiental (ASEA) en lugar de ser desechada por los mismos operadores; lo que, según el ex secretario, constituye la regulación más avanzada en el mundo”. Adicionalmente, en caso de incurrir en daños, están previstas sanciones económicas por incumplimientos, hasta suspensiones parciales o permanentes en el peor de los casos.

2.4 Armonización de la política energética y la política medioambiental

Al analizar la política energética impulsada por la Reforma encontramos una contradicción entre los objetivos de desarrollo energético, dado que en primera instancia se afirma la intención de extraer los recursos no convencionales contenidos en el subsuelo; recursos que hasta ahora no se consideraban recuperables debido, principalmente, a dificultades técnicas y económicas. Ahora, el debate ya no solamente tiene implicaciones técnicas y económicas, sino que las regulaciones para la protección medioambiental a nivel internacional se fortalecen cada vez más, de manera que se logre reducir la huella de carbón y las emisiones de gases de efecto invernadero en el proceso de generación de la energía. El fracking es una técnica incipiente para la extracción no convencional de hidrocarburos, por lo que aún no se ha logrado comprobar que su práctica pueda llevarse a cabo de manera sustentable.

Como se expuso anteriormente, uno de los rumbos más probables para el desarrollo energético del país es la adopción del gas natural como principal fuente de generación de energía eléctrica, lo que significaría una reducción importante en las emisiones de dióxido de carbono comparado con la matriz energética actual, compuesta en su mayoría por energía eléctrica producida en plantas termoeléctricas que utilizan el carbón como fuente primaria. No obstante, es de vital importancia que los organismos de nueva creación, como la ASEA y el CENEGAS, implementen la observancia de la ley, así como las mejores prácticas internacionales con el fin de garantizar la salvaguarda del medio ambiente.

La adopción del gas natural como fuente primaria para la generación de energía eléctrica también implica un aumento considerable en las emisiones de metano, uno de los principales gases de efecto invernadero, y cuyas moléculas tienen un potencial de calentamiento global significativamente más alto que el dióxido de carbono que se emite con la producción de energía a partir de fuentes convencionales de origen fósil. Sin embargo, el impacto del metano solamente ocurre cuando existen fugas, ya que en la combustión normal del gas solamente libera hidrógeno y dióxido de carbono. Esto significa que con la implementación de las mejores prácticas por parte de las empresas y la vigilancia y sanción por parte de los organismos reguladores a quienes incurran en incumplimientos debería permitir el desarrollo sustentable de la producción energética en México, sentando las bases para una transición más *armónica* entre la política energética y la política medioambiental.

Reflexiones finales

En un inicio, esta investigación estaba dirigida, principalmente, hacia el auge potencial de la producción petrolera a raíz del fracking; no obstante, a medida que la investigación fue avanzando, el gas natural resultó ser el elemento clave para el desarrollo energético en México. La transformación de la matriz energética permite explicar este fenómeno, dado que, si bien el nuevo modelo contempla la extracción de los recursos petroleros, las tendencias de consumo apuntan hacia el desarrollo de una industria energética predominantemente gasífera.

En nuestra hipótesis formulamos que el fracking tiene el potencial de impulsar un gran auge económico político, social y energético en México, de forma similar como ha ocurrido en los Estados Unidos. La investigación permitió dilucidar cada uno de estos puntos, de la siguiente manera. Si bien las reservas de lutita en México son unas de las más grandes a nivel global, el rezago tecnológico se impone como una primera limitante para el desarrollo de esta técnica. No obstante, a raíz de la Reforma, la apertura ante la inversión de capital privado y extranjero presenta una gran oportunidad para el desarrollo de la transferencia de tecnología necesaria para realizar fracking en el país. La Reforma permite así la politización de la seguridad energética en México, al incluirlo en la agenda pública como un tema directamente vinculado tanto a la seguridad humana como a la seguridad nacional.

En 2014 se reportó un auge gasífero y petrolero tan grande en los Estados Unidos, que incluso se hizo referencia a este fenómeno como *La Revolución del Shale*. Idealmente, de lograr realizar una explotación intensiva de los hidrocarburos no convencionales en

México, se podría esperar un efecto económico similar al de los Estados Unidos, donde se generen miles de empleos permanentes y haya una derrama económica significativa que se vea reflejada en la transformación social de las comunidades donde se realice el fracking, como sucedió en muchas localidades de los Estados Unidos. En el caso de este último, la explotación intensiva de sus hidrocarburos le permitió también proyectar una política exterior mucho más ambiciosa al librarse del yugo del control de precios del petróleo impuesto desde la Crisis de 1973 y desestabilizar los mercados controlados por la OPEP desde aquel entonces. De manera similar, México pasaría nuevamente a la escena internacional como un actor relevante en materia energética, estando en posibilidad de ejercer una política exterior más sólida al utilizar su capacidad energética como herramienta de apalancamiento geopolítico.

Una de las deficiencias de este trabajo fue la elección de un enfoque político y económico, lo que nos obligó a dejar de lado algunos aspectos relevantes de este tema tan complejo y polifacético; no obstante, las implicaciones para la evolución de la política exterior en México, de lograrse una transformación económica como la de los Estados Unidos, permitiría proyectar también una agenda mucho más ambiciosa. Desafortunadamente, el análisis del fracking como potencial catalizador para una política exterior más agresiva, se queda en el tintero como una inquietud para desarrollar en un trabajo de investigación a futuro.

Una de las consideraciones más importantes que tuve al momento de realizar esta investigación fueron las medioambientales. A pesar de que el tema de la energía fósil está íntimamente vinculado con la seguridad energética en México y el impacto de estas fuentes

de energía suelen ser perjudiciales para el medio ambiente, busqué identificar y diagnosticar algunos de los procesos políticos, económicos y energéticos de coyuntura que aún se encuentran en proceso, con el fin de hallar un punto intermedio entre la seguridad energética y la conservación del medio ambiente.

Aunque los resultados no fueron del todo concluyentes, quisiera dejar algunas de las reflexiones compiladas a lo largo de este trabajo con miras, tanto hacia la seguridad energética como hacia la protección medioambiental.

En los meses previos a la publicación de este documento, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas publicó un reporte especial sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ° C por encima de los niveles preindustriales y las vías globales relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero, en el contexto del fortalecimiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos para erradicar la pobreza. En este reporte se hace un llamado a los *policymakers* para comprender el impacto de las actividades humanas sobre el calentamiento global, las cuales han causado un aumento de aproximadamente 1°C sobre los niveles preindustriales; y sugiere que hay altas probabilidades de alcanzar tal temperatura entre el año 2030 y el 2052 si continúa incrementando al ritmo actual.

Algunos de los cambios proyectados incluyen temperaturas extremas en regiones altamente pobladas, fuertes precipitaciones en diversas regiones, un aumento en el nivel del mar que forzaría la readaptación de millones de personas que radican en algunos sistemas ecológicos, islas pequeñas y áreas costeras de baja altura; impactos en la biodiversidad y los

ecosistemas, incluyendo pérdida y extinción de especies; y riesgos para la salud, los hogares, la seguridad alimenticia, el abasto de agua, la seguridad humana y el crecimiento económico (IPCC, 2018).

La publicación de este documento ha tenido un gran impacto a nivel internacional, visible en todas las agencias noticiosas, entre la gente e incluso en foros públicos, como fue el caso del parlamento del Reino Unido, donde incluso se declaró una emergencia climática. El estado de alerta en que se encuentra el planeta actualmente levanta serias preocupaciones sobre las reflexiones de la presente investigación. Por una parte, la garantía de la seguridad energética es primordial para las actividades humanas, las que también tienen un impacto directo sobre aspectos como la seguridad alimenticia, y el desarrollo económico; sin embargo, al ponderar las consecuencias potenciales del cambio climático frente a las de la seguridad energética, la recomendación final de este trabajo es definitiva.

Habiendo numerosos expertos que coinciden con la posibilidad de realizar el fracking de manera *sustentable*, en México el estado de derecho aún es débil y las instituciones, en su mayoría, carecen de las facultades y la voluntad política necesaria para hacer cumplir las leyes de manera cabal. De esto concluimos que la falta de regulaciones medioambientales más estrictas podría impactar directamente en consecuencias graves para el desarrollo, no solamente del ser humano, sino de la vida en el planeta.

Luego de un análisis de la reforma energética y de las atribuciones orgánicas investidas sobre las instituciones que emanaron de la misma, considero que las leyes ya cuentan con las enmiendas necesarias realizar perforaciones que utilicen fracking de manera responsable y con las mejores prácticas. Esta investigación se inclina a favor del fracking con

las reservas de un escenario donde prevalezca el estado de derecho en México y el imperio de la ley por encima de los intereses de los grandes corporativos. De cumplirse las condiciones anteriores, la evidencia arrojada tras la experiencia en los Estados Unidos sostiene grandes beneficios económicos, comerciales y de desarrollo social; todos ellos considerados como una empresa exitosa a replicar en México.

El nuevo modelo energético sustentado en la producción de energía eléctrica utilizando el gas natural como fuente primara en plantas de cogeneración eficiente puede ser una forma de mitigar medianamente el cambio climático. Con una explotación, extracción y manejo responsable del gas natural sería posible garantizar una cadena de suministro que permita un ciclo de vida mucho más corto de las emisiones de metano. Se ha comprobado cómo las mejores prácticas permiten el desarrollo sustentable de las fuentes de energía, por lo que —en condiciones óptimas— la adopción del gas natural como base de la matriz energética parece una medida plausible, tanto para el desarrollo energético como para la protección al medio ambiente.

Solo el tiempo dirá si el país se encuentra preparado para hacer frente a las transformaciones institucionales necesarias para poder utilizar el fracking de manera responsable, garantizando tanto la seguridad energética como la conservación del medio ambiente; y en un panorama donde el latente riesgo del calentamiento global y del cambio climático se hayan logrado controlar. Habiéndose aprobado el fracking en México, —en el inter— la recomendación va en pro de la formulación de una matriz energética más ambiciosa, donde los escalones de la transición hacia las fuentes renovables permitan garantizar la seguridad energética a la vez que hagan frente al cambio climático.

Referencias

- Aguilar Madera, C. G. (2014). El shale gas y el fracking. *Ciencia UANL*(67), 6.
- Aguilera Gómez, M. (2015). *El petróleo mexicano. Conflicto, esperanza y frustración*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.
- American Petroleum Institute. (s.f.). *Facts about shale gas*. Recuperado el 24 de octubre de 2019, de Policy Issues: http://www.api.org/Policy-and-Issues/Policy-Items/Exploration/Facts_About_Shale_Gas
- Amponsah, N. Y., Troldborg , M., Kington, B., Aalders , I., & Hough, R. L. (2014). Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 461-475.
- Ashton, T. S. (2008). *La Revolución industrial* (Tercera ed.). (F. Cuevas Cancino, Trad.) México: FCE.
- Ávila Calvillo , J. E. (2009). *El poder del petróleo en las Relaciones Internacionales: Estados Unidos y sus estrategias hacia el Medio Oriente*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.
- Becker, G. S. (junio de 1993). Nobel Lecture: The Economic Way of Looking at Behavior. *The Journal of Political Economy*, 101(3), 385-409. Recuperado el 25 de noviembre de 2015, de <http://www.jstor.org/stable/2138769>
- Belyi, A. V. (2007). *Cathedra on political issues of international energy*. Recuperado el 2 de agosto de 2018, de Higher School of Economics: <https://www.hse.ru/data/339/636/1233/ReaderforLecturesOnEnergySecurity.doc>
- Black, J. M. (2016). *Geopolitics and the Quest for Dominance*. Bloomington: Indiana University Press.
- Blackwill , R. D., & O'Sullivan, M. L. (marzo/abril de 2014). America's Energy Edge. The Geopolitical Consequences of the Shale Revolution. *Foreign Affairs*, 93(2). Obtenido

de <https://www.foreignaffairs.com/articles/united-states/2014-02-12/americas-energy-edge>

Buzan, B. (1991). *People, States and Fear: an agenda for international security studies in the post-cold war era* (Segunda ed.). Harvester Wheatsheaf.

Carlyle, R. (21 de noviembre de 2013). *Why can't seawater be used for fracking? Is there a reason beyond the logistics of location? Is it a chemical issue?* Obtenido de Quora: <https://www.quora.com/Why-cant-seawater-be-used-for-fracking-Is-there-a-reason-beyond-the-logistics-of-location-Is-it-a-chemical-issue>

Carriles, L. (21 de noviembre de 2016). *Pemex creará su propia unidad para explotación de shale*. Obtenido de El Economista: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2016/11/21/pemex-creara-su-propia-unidad-explotacion-shale>

Center for Climate and Energy Solutions. (4 de enero de 2018). *Global Emissions*. Obtenido de <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>

Charlez, P. A. (1997). Hydraulic fracturing. En *Rock Mechanics: Petroleum applications* (Vol. 2, págs. 639-305).

Cohen, S. B. (2009). *Geopolitics: The Geography of International Relations*. Maryland: Rowman & Littlefield.

Comisión de Energía - Senado de la República. (4 de abril de 2014). *Presentación de las iniciativas de las Leyes Secundarias de la Reforma Constitucional en Materia Energética enviadas al Senado de la República por el Poder Ejecutivo Federal*. Obtenido de Senado de la República: http://www.senado.gob.mx/comisiones/energia/docs/reforma_energetica/presentacion.pdf

CONACyT. (1980). *el petróleo en México y en el mundo*. México D.F.: ciencia y desarrollo.

Cortés, M. (8 de diciembre de 2016). *Posible licitación de shale gas en 2017*. Obtenido de Imagen Digital: <http://www.dineroenimagen.com/2016-12-08/81139>

Cruz González, R. (26 de febrero de 2016). *Otorgan a Pemex primeros permisos para fracking*. Obtenido de Noticias MVS: <http://www.noticiasmvs.com/#!/noticias/otorgan-a-pemex-primeros-permisos-para-fracking-368>

Cunningham, A. C. (2017). *Fracking*. Greenhaven Publishing LLC.

de la Fuente, A., Olivera , B., & Arredondo , Ó. (2017a). El modelo energético mexicano: dependencia de los combustibles fósiles y baja participación de las energías renovables frente a los compromisos y obligaciones de cambio climático. *Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016*, 203-208.

de la Fuente, A., Olivera, B., & Arredondo, Ó. (2017b). El nuevo Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el desarrollo: aproximación al marco legal y análisis de su operación. *Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016*, 127-136.

Deloitte. (17 de noviembre de 2018). *Tratado México - Estados Unidos - Canadá (T-MEC)*. Obtenido de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/tax/2018/T-MEC-Boletin_Medio-ambiente.pdf

Diario Oficial de la Federación . (20 de diciembre de 2013). *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de energía*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5327463&fecha=20/12/2013

Diario Oficial de la Federación. (6 de junio de 2012). Ley general de cambio climático. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109439/Ley_General_de_Cambio_Clim_tico.pdf

Duhalt, A. (2018). *Mexico shifts focus to natural gas*. Houston: Rice University's Baker Institute for Public Policy.

Durão Barroso , J. M. (2007). *Our Energy Future in an Interdependent World*. Roma: World Energy Congress. Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/SPEECH-07-703_EN.pdf

El Universal. (18 de agosto de 2017). Pemex, corrupción y justicia. *El Universal*.

Estrada, J. H. (octubre de 2013). *Desarrollo del gas lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético: reflexiones para Centroamérica*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27184/1/M20130032_es.pdf

Figuroa, E. (2006). *El comportamiento económico del mercado del petróleo*. España: Díaz de Santos.

Fondo Monetario Internacional. (2017). *Perspectivas de la economía mundial*. Washington. Obtenido de <http://www.imf.org/~media/Files/Publications/WEO/2017/April/Spanish/pdf/texts.ashx>

García, K. (11 de noviembre de 2014). *México, top en shale y sólo opera cuatro pozos*. Obtenido de El Economista: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/11/11/mexico-top-shale-solo-opera-cuatro-pozos>

García, K. (1 de marzo de 2018). *Ronda 3.3 será de recursos shale*. Obtenido de El Economista: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Ronda-3.3-sera-de-recursos-shale-20180301-0090.html>

Gilpin, R. (2001). *Global Political Economy. Understanding the international economic order*. New Jersey: Princeton University Press.

Gobierno de México. (17 de junio de 2015). *Reforma Energética. Resumen Ejecutivo*. Obtenido de Secretaría de Energía: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/10239/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11.pdf

- Grafstein, R. (2002). What Rational Political Actors Can Expect . *Journal for Theoretical Politics*, 14(2), 139-165.
- Harrington, K. (13 de enero de 2016). *Mexico's Huge, Untouched Shale-Oil Fields Lure Wildcatters and Criminals*. Obtenido de American Institute of Chemical Engineers: <https://www.aiche.org/chenected/2016/01/mexicos-huge-untouched-shale-oil-fields-lure-wildcatters-and-criminals>
- Herrera, E. (30 de julio de 2014). *Pemex explora pozos de gas 'shale'*. Obtenido de Grupo Milenio: http://www.milenio.com/monterrey/pozos_gas_shale-exploracion_gas_shale_0_344965529.html
- Howarth, R. W. (2014). A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas. *Energy Science and Engineering*, 2(2), 47-60.
- Huysmans, J. (1998). Revisiting Copenhagen: Or, On the Creative Development of a Security Studies Agenda in Europe. *European Journal of International Relations*, 4(4).
- IEA. (2019). *Electricity Statistics*. Obtenido de Electricity Information 2019 overview: <https://www.iea.org/statistics/electricity/>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (11 de noviembre de 2016). *Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC) para adaptación*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>
- International Energy Agency. (2018). *Electricity Information 2018 overview*. Obtenido de Electricity Statistics: <https://www.iea.org/statistics/electricity/>
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas*

emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change,. Ginebra: World Meteorological Organization.

ITAM. (2012). *Un nuevo comienzo para el petróleo mexicano: principios y recomendaciones para una reforma a favor del interés nacional*. Washington, DC: Wilson Center. Mexico Institute.

Jackson, R. B., Vengosh, A., Carey, J. W., Davies, R. J., Darrah, T. H., O'Sullivan, F., & Pétron, G. (2014). The Environmental Costs and Benefits of Fracking. *Annual Review of Environment and Resources*(39), 327–362.

Keohane, R. O. (1986). *Neorealism and it's critics*. Nueva York: Columbia University Press.

Krasner, S. D. (spring de 1982). Regimes and the Limits of Realism: Regimes as Autonomous Variables. *International Organization*, 36(2), 497-510. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/2706531>

Lent, J. (3 de mayo de 2016). *Declining energy prices lower the cost of living*. Obtenido de U.S. Energy Information Administration: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=26072#>

Macrotrends. (2019). *Crude Oil Prices - 70 Year Historical Chart*. Obtenido de <https://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>

Meana, S. (13 de octubre de 2016). *Autorizan a Pemex sacar petróleo de las rocas*. Obtenido de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/autorizan-a-pemex-sacar-petroleo-de-las-rocas.html>

Mearsheimer, J. J. (septiembre/octubre de 2014). Why the Ukraine Crisis Is the West's Fault. The Liberal Delusions That Provoked Putin. *Foreign Affairs*, 93(5), 1-14. Obtenido de <https://www.foreignaffairs.com/articles/russia-fsu/2014-08-18/why-ukraine-crisis-west-s-fault>

Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2011). *El nuevo mapa geopolítico del mundo*. Valencia: Tirant lo Blanch.

- Miroff, N. (19 de abril de 2014). *The fracking divide: Mexico's oil frontier beckons U.S. drillers in wake of new law*. Obtenido de The Washington Post: https://www.washingtonpost.com/world/the_americas/the-fracking-divide-mexicos-oil-frontier-beckons-us-drillers-in-wake-of-new-law/2014/04/19/1951ba0c-e8ff-452d-84bd-d488f730991c_story.html?utm_term=.c0722ac1b64f
- Morgenthau, H. H. (1948). *Politics among nations. The Struggle for Power and Peace*. Chicago: The University of Chicago.
- Morse, E. L. (2014). Welcome to the Revolution: Why Shale Is the Next Shale. *Foreign Affairs*, 93(3), 3-7.
- Norris, J. Q., Turcotte, D. L., Moores, E. M., Brodsky, E. E., & Rundle, J. B. (2016). Fracking in Tight Shales: What Is It, What Does It Accomplish, and What Are Its Consequences? *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*(44), 321-351.
- Onuf, N. G. (1989). *World of our making: Rules and rule in social theory and international relations*. University of South Carolina Press.
- OPEC. (2018). *Brief History*. Obtenido de Organization of the Petroleum Exporting Countries: https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm
- Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2014). *Our Mission*. Obtenido de http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm
- Özcan, S. (2013). Securitization of energy through the lenses of Copenhagen School. *The 2013 WEI International Academic Conference Proceedings*.
- PwC. (2019). *Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Nuevos retos y nuevas oportunidades*. Obtenido de <https://www.pwc.com/mx/es/tmec.html>
- Raffestin, C., & González Santana, O. (2013). *Por una geografía del poder*. Michoacán: El Colegio de Michoacán.

- Redacción AN. (25 de julio de 2014). *'Fracking': En México ya explotamos hidrocarburos así*. Obtenido de Aristegui Noticias: <http://aristeguinoticias.com/2507/mexico/en-mexico-ya-se-explotan-hidrocarburos-por-medio-del-fracking-cravioto-en-mvs/>
- Reuters. (8 de abril de 2014). Costes y beneficios de la anexión de Crimea a Rusia. *El País*. Obtenido de http://internacional.elpais.com/internacional/2014/04/08/actualidad/1396960690_068243.html
- Reyes Solís, J. R. (23 de agosto de 2013). *La contribución del petróleo a la economía de México*. Obtenido de El Universal: <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas-cartera/2013/impreso/la-contribucion-del-petroleo-a-la-economia-de-mexico-104564.html>
- Ritchie , H., & Roser, M. (mayo de 2017). *CO₂ and other Greenhouse Gas Emissions*. Obtenido de Our World in Data: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- Secretaría de Energía. (2017). *Prospectiva de Energías Renovables 2017-2031* . México.
- Secretaría de Energía. (2017). *Prospectiva de gas natural 2017-2031*. México.
- Secretaría de Energía. (2017). *Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2017-2031* . México.
- Secretaría de Energía. (1 de marzo de 2018). Obtenido de Presentación de la Tercera Convocatoria de la Ronda 3, Áreas Terrestres No Convencionales: <https://www.gob.mx/sener/articulos/presentacion-3era-convocatoria-de-la-ronda-3-areas-terrestres-no-convencionales?idiom=es>
- Secretaría de Energía. (1 de marzo de 2018). *Campos no convencionales reactivarán empleo e inversión en el norte de Tamaulipas*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/prensa/campos-no-convencionales-reactivaran-empleo-e-inversion-en-el-norte-de-tamaulipas-149533>

- SENER. (abril de 2019). *Estatus de la infraestructura de gas natural*. Obtenido de Infraestructura de gas natural en México: <https://www.gob.mx/sener/articulos/infraestructura-de-gas-natural-en-mexico>
- Shindell, D., Kuylenstierna, J. C., Vignati, E., van Dingenen, R., Amann, M., & ,et.al. (2012). Simultaneously Mitigating Near-Term Climate Change and Improving Human Health and Food Security. *Science*, 335(6065), 183-189.
- Sistema de Información Energética. (2019). *Datos Abiertos de México*. (P. Mexicanos, Ed.) Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset?tags=exportaciones&organization=pemex>
- Snidal, D. (2012). Rational Choice and International Relations . En W. Carlsnaes, T. Risse, & B. A. Simmons (Edits.), *Handbook of International Relations* (págs. 85-111). SAGE Publications.
- Solís, A. (20 de abril de 2017). *México no está preparado para extraer petróleo shale: FMI*. Obtenido de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/mexico-no-esta-preparado-para-extraer-petroleo-shale-fmi/>
- Solís, A. (28 de mayo de 2018). *Pemex no está en crisis por la reforma energética: Lourdes Melgar*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com.mx/pemex-no-esta-en-deuda-por-la-reforma-energetica-lourdes-melgar/>
- Staff Oil & Gas Magazine. (21 de enero de 2015). *Presenta Pemex 23% de efectividad en shale*. Obtenido de Oil & Gas Magazine: <https://www.oilandgasmagazine.com.mx/2015/01/presenta-pemex-23-de-efectividad-en-shale/#.WSNDEWgjHIU>
- Stevens, S., & Moodhe, K. (6 de junio de 2016). *New bid round accelerates Mexico's shale potential*. Obtenido de Oil & Gas Journal: <http://www.ogj.com/articles/print/volume-114/issue-6/exploration-and-development/new-bid-round-accelerates-mexico-s-shale-potential.html>

- Subsecretaría de Hidrocarburos. (marzo de 2017). *Estadísticas e indicadores de hidrocarburos*. Obtenido de Secretaría de Energía: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/228027/Agenda_IEH_20170315_VP.pdf
- Suchy , D. R., & Newell, K. D. (mayo de 2012). *Public Information Circular 32. Hydraulic Fracturing of Oil and Gas Wells in Kansas*. (The University of Kansas, Ed.) Obtenido de Kansas Geological Survey: <http://www.kgs.ku.edu/Publications/PIC/PIC32r1.pdf>
- Tunstall, T. (2015). *Economic Impact and Legal Analysis of the Shale Oil and Gas Activities in Mexico* . Woodrow Wilson Center.
- U.S. Department of Energy. (2013). *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States*. Washington DC. Obtenido de https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport_2013.pdf
- U.S. Energy Information Administration. (26 de junio de 2015). *Argentina and China lead shale development outside North America in first-half 2015*. Obtenido de Today in Energy: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=21832>
- U.S. Energy Information Administration. (25 de septiembre de 2019). *Petroleum & other liquids*. Obtenido de Petroleum overview: https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec3_3.pdf
- United States Environmental Protection Agency. (13 de abril de 2017). *Global Greenhouse Gas Emissions Data*. Obtenido de <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- US EPA. (2012). *Study of the potential impacts of hydraulic fracturing on drinking water resources: progress report*. Washington, DC: US Env. Prot. Agency.
- Waltz, K. N. (2001). *Man, the State and War. A theoretical analysis*. Nueva York: Columbia University Press.

- Wendt, A. (1995). Constructing International Politics. *International Security*, 20(1).
- Wilson Center. Mexico Institute. (octubre de 2018). *La nueva reforma energética de México*.
Obtenido de <https://www.wilsoncenter.org/publication/la-nueva-reforma-energetica-de-mexico>
- Wood, A. (2016). A Look at the Future of the Mexican Petroleum Industry after Energy Reform. *Wilson Center*.
- Zavaleta Vázquez, O. H. (10 de febrero de 2016). *La Reforma Energética: Un compromiso con la sustentabilidad medio ambiental*. Obtenido de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/osmar-h-zavaleta-vazquez/la-reforma-energetica-un-compromiso-con-la-sustentabilidad-medio-ambiental>