



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Análisis comparativo de la  
regulación vigente y mejores  
prácticas en materia de geología  
para actividades de exploración de  
yacimientos petroleros en México**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Geólogo**

**P R E S E N T A**

Eric Arturo León Lazcano

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Javier Arellano Gil



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019**



## Agradecimientos

A mis padres, quienes me han apoyado en cada aspecto de mi vida, dándome la motivación, recursos, consejos, valores y amor necesario para salir siempre adelante.

A mi hermano, por ser mi mejor amigo, y por siempre apoyarme y motivarme a superarme.

A mis abuelos Chelo y Albino, por ser un ejemplo de vida y siempre haber estado al pendiente de mi preparación.

A mi gran familia León Lazcano, a mis abuelos, tíos, primos, y sobrinos, que son la mejor y más unida familia que pudiera desear.

A mi Flor, por brindarme del cariño, amor y alegría que alimenta mi vida.

A mis amigos de la prepa, por todas las experiencias y charlas que vivimos y aprendimos juntos.

A mi alma mater, mi querida UNAM por brindarme la preparación profesional y las mejores experiencias de mi vida.

A mi director de tesis el Ing. Javier Arellano por su tiempo, disposición y compromiso en la realización de este trabajo.

A la Lic. Magra Barba por su tiempo y consejo en la realización de este trabajo.



# Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
1. Generalidades.....	3
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Metas.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Metodología.....	4
1.5. Estado del Arte.....	4
1.6. Introducción.....	6
2. Etapa de exploración y evaluación de hidrocarburos.....	9
2.1. Evaluación del potencial petrolero.....	11
2.2. Incorporación de reservas.....	14
2.3. Caracterización y delimitación de yacimientos.....	15
3. Marco jurídico en la exploración y evaluación de yacimientos petroleros en México.....	19
3.1. Jerarquía legislativa.....	19
3.2. Reforma energética, proceso jurídico para el mejor aprovechamiento de los hidrocarburos.....	21
3.2.1. Reforma constitucional.....	21
3.2.2. Reforma Energética.....	22
3.2.3. La reforma energética en la industria petrolera.....	23
3.3. Ley de Hidrocarburos.....	25
3.3.1. Conceptos generales en la regulación de hidrocarburos.....	25

3.3.2.	Proceso de licitación .....	27
3.4.	Instituciones reguladoras en materia de hidrocarburos .....	28
3.5.	Facultad regulatoria de la Comisión Nacional de Hidrocarburos en la etapa de exploración.....	29
<b>4.</b>	<b>Síntesis de lineamientos y disposiciones vigentes .....</b>	<b>31</b>
4.1.	Lineamiento para los planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos.....	32
4.1.1.	Guías técnicas para los planes de exploración. ....	33
4.1.2.	Clasificación de los planes exploratorios. ....	33
4.1.3.	Proceso de aprobación de los planes exploratorios.....	34
4.2.	Disposición para la autorización de reconocimiento y exploración superficial (ARES).....	35
4.2.1.	Padrón de ARES.....	36
<b>4.2.2.</b>	<b>Modalidades de ARES .....</b>	<b>37</b>
4.2.3.	Autorización de ARES .....	37
4.2.4.	Reportes de ARES.....	39
4.3.	Lineamiento de perforación de pozos.....	39
4.3.1.	Autorización de perforación. ....	41
4.3.2.	Responsabilidades del operador petrolero.....	42
4.3.3.	Clasificación de pozos exploratorios .....	43
4.4.	Lineamiento para la cuantificación y certificación de reservas.....	44
4.4.1.	Padrón para terceros independientes .....	45
4.4.2.	Comparación y entrega de la información.....	46
4.4.3.	Obligaciones del operador petrolero y terceros independientes.....	47
<b>5.</b>	<b>Análisis comparativo de la regulación y mejores prácticas en materia de geología.....</b>	<b>49</b>
5.1.	Reino Unido .....	49

5.1.1.	Licencia de exploración .....	50
5.1.2.	Estrategia de exploración .....	51
5.2.	Noruega.....	52
5.2.1.	Regulación de hidrocarburos en Noruega.....	53
5.2.2.	Regulación de la etapa de exploración en Noruega .....	54
5.3.	Estados Unidos de América .....	55
5.3.1.	Regulación en materia de hidrocarburos en Estados Unidos. ....	56
5.3.2.	Regulación en yacimientos terrestres .....	57
5.3.3.	Regulación en yacimientos marinos .....	57
<b>6.</b>	<b>Propuesta de ejecución de actividades de exploración en yacimientos petroleros en México.....</b>	<b>59</b>
6.1.	Transparencia en las actividades de los órganos reguladores. ....	59
6.2.	Actualización del marco regulatorio.....	60
6.3.	Mejor manejo de la transferencia.....	60
6.4.	Trabajo en conjunto de los órganos reguladores con las instituciones educativas y de investigación. ....	62
6.5.	Diversidad y equilibrio de órganos reguladores.....	63
6.6.	Exploración y evaluación en yacimientos fronterizos y en distintas áreas contractuales.....	64
<b>7.</b>	<b>Discusión y conclusiones.....</b>	<b>67</b>
7.1.	Discusión .....	67
7.1.1.	<b>Regulación .....</b>	<b>67</b>
7.1.2	<b>Mejores prácticas .....</b>	<b>67</b>
7.2.	Conclusiones.....	68
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>71</b>
	Referencias Electrónicas.....	73

IV



## Resumen

La regulación mexicana para la etapa de exploración de un proyecto petrolero es emitida y supervisada por diferentes órganos gubernamentales (principalmente por la Comisión Nacional de Hidrocarburos), y está conformada principalmente por cuatro lineamientos que regulan los “*planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos*”, las “*autorizaciones para el reconocimiento y exploración superficial*”, la “*perforación de pozos*” y la “*cuantificación y certificación de reservas*”. Dichos lineamientos tienen la finalidad de que las empresas operadoras ganadoras de un contrato o asignación, cumplan con los objetivos económicos, administrativos, de seguridad, ambientales, y de aprovechamiento descritos en las licitaciones que llevan a cabo la CNH y la SENER.

Al comparar el modelo regulatorio de México con los modelos implementados en Estados Unidos de América, Reino Unido y Noruega, se ve que tiene fortaleza y un buen fundamento jurídico que permite visualizar que se tendrán buenos resultados y que tiene como base las experiencias, y mejores prácticas utilizadas por estas naciones. Se considera que los temas como la licitación de zonas fronterizas, actualización de lineamientos, porcentaje de transferencia de tecnología y un mejor manejo de la transparencia por parte de los órganos reguladores, bien regulados y con buenos niveles de calidad; provocarían un aprovechamiento eficiente de las reservas de hidrocarburos en México y haría más eficiente la cadena de valor en la etapa de exploración de un proyecto petrolero.

El conocimiento de la regulación vigente en México para la etapa de exploración, y con el actual modelo regulatorio, representa un valioso aporte a los Ingenieros en Ciencias de la Tierra que laboran en un grupo multidisciplinario de trabajo de proyectos petroleros, quienes además de tener sólidos conocimientos sobre los temas de ciencia y tecnología, también deben de tener claridad sobre la regulación vigente.

## Abstract

The Mexican regulation for the exploration stage of an oil project is issued and supervised by different government institutions (mainly by the National Hydrocarbons Commission), and consists mainly of four guidelines that regulate the "exploration and development plans for the extraction of hydrocarbons ", the " authorizations for the recognition and surface exploration", the "drilling of oil wells" and the "quantification and certification of reserves". These guidelines are intended to ensure that the operating companies that win a contract or assignment comply with the economic, administrative, safety, environmental, and utilization objectives described in the bids carried out by the National Hydrocarbons Commission and the Secretary of Energy.

When comparing the regulatory model of Mexico with the models implemented in the United States of America, the United Kingdom and Norway, it is seen that it has strength and a good legal basis that makes it possible to visualize that good results will be achieved and based on experiences, and better practices used by these nations. It is considered that the issues such as the bidding of border areas, updating guidelines, percentage of technology transfer and better management of transparency by regulatory bodies, well regulated and with good quality levels; they would provoke an efficient use of the hydrocarbon reserves in Mexico and would make the value chain more efficient in the exploration stage of an oil project.

The knowledge of the regulation in force in Mexico for the exploration stage, and with the current regulatory model, represents a valuable contribution to the Engineers in Earth Sciences who work in a multidisciplinary working group of oil projects, who besides having solid Knowledge about science and technology issues should also be clear about the current regulation.

# 1. Generalidades

## 1.1. Objetivos.

- Elaborar un documento que sirva como marco de referencia para realizar actividades de exploración de yacimientos petroleros, considerando el marco regulatorio al que están sujetas estas actividades en México.
- Revisar la regulación utilizada a lo largo de la etapa de exploración de yacimientos petroleros en México, y elaborar un documento simplificado con contenido de utilidad por diversos usuarios.
- Proponer mejoras a la regulación mexicana vigente que se utiliza en la etapa de exploración de yacimientos petroleros, tomando como base las mejores prácticas en materia de geología que utilizan las empresas y gobiernos con mayor éxito en la industria petrolera a nivel mundial.

## 1.2. Metas.

- Comparar la regulación mexicana vigente utilizada en la etapa de exploración y evaluación de yacimientos petroleros, con las regulaciones aplicadas por las naciones con mayor éxito a nivel mundial.
- Realizar un análisis comparativo de las mejores prácticas en materia de geología utilizadas por las principales empresas y países petroleros a nivel mundial durante la etapa de exploración de yacimientos petroleros.

## 1.3. Hipótesis.

La regulación actualmente aplicada en México durante la etapa de exploración y evaluación de yacimientos petroleros en materia de geología, es insuficiente y precaria comparada con la regulación aplicada en Estados Unidos, Noruega y Reino Unido, cuyos marcos regulatorios y prácticas exploratorias son reconocidas en la industria petrolera por obtener los mejores resultados económicos, ecológicos y de producción.

Si la regulación mexicana aplicara de forma adecuada las mejores prácticas utilizadas por estas naciones, podría impulsar la inversión económica de las reservas petroleras de México, y competir económicamente con los más altos estándares de la industria petrolera a nivel mundial.

#### **1.4. Metodología.**

- Investigación bibliográfica de textos científicos oficiales y vigentes referentes a la regulación y mejores prácticas de la etapa de exploración.
- Síntesis de la información recabada.
- Elaboración de textos que resalten los aspectos más importantes de la regulación y prácticas utilizadas en la etapa de exploración.
- Análisis y selección de las mejores prácticas utilizadas en la etapa de exploración.
- Proponer mejoras a la regulación mexicana en base al análisis obtenido.

#### **1.5. Estado del Arte**

La regulación de la industria petrolera en México tiene sus inicios en la época colonial en la Nueva España, donde se tienen testimonios de la existencia de los primeros marcos regulatorios petroleros y que se utilizaron hasta que se estableció la Constitución de 1927, donde se estableció la soberanía de los recursos de la nación. Posteriormente, durante el periodo revolucionario, se implementaron diversas disposiciones que concluyeron con el decreto expropiatorio del 18 de marzo de 1938, con el cual se creó Petróleos Mexicanos (PEMEX), (Zenteno, 1997).

A partir de la década de los años 80's PEMEX publicó una serie de informes técnicos donde reconoce y propone diferentes tipos de prácticas utilizadas en la exploración de yacimientos petroleros, posteriormente estandarizó y promulgó lineamientos obligatorios para llevar a cabo las principales actividades de exploración y extracción petrolera en los que se basa la actual regulación (Hernández, 2017).

En 2013, se aprueba la Reforma Energética terminando de esta forma el monopolio petrolero de PEMEX, y crea la Ley de Hidrocarburos, dando atribuciones más importantes a distintos órganos reguladores en materia de hidrocarburos como la Comisión Nacional de Hidrocarburos (DOF, 2013).

Actualmente, las naciones más reconocidas y con mayor éxito legislativo en el campo de la industria petrolera son Estados Unidos, Reino Unido y Noruega. Las organizaciones gubernamentales encargadas de elaborar la regulación en estas naciones son: el Gobierno Federal a través del Bureau of Ocean Energy Management BOEM en Estados Unidos, la Oil and Gas Authority en Reino Unido y el Ministerio de Energía con el apoyo y regulación del Directorado Noruego del Petróleo en Noruega (Presidencia de la República, 2013). Los lineamientos, leyes y demás documentos que realizan estos órganos reguladores, son la referencia internacional para la ejecución de toda la cadena de valor de un proyecto petrolero.

México posee amplia y robusta regulación para las etapas de exploración y de desarrollo de yacimientos petroleros. Esta regulación fue desarrollada y supervisada por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) con ayuda de la Secretaría de Energía (SENER) y otras dependencias gubernamentales en menor grado. Al igual que sus análogas internacionales mencionadas, la CNH elabora y verifica el cumplimiento de la regulación en la industria petrolera del país que representa. Esta regulación ha sido revisada y estudiada por distintas disciplinas y enfoques.

La CNH ha publicado simplificaciones de su regulación emitida por medio de su sitio oficial de internet, con el fin de que las empresas petroleras cumplan de manera correcta la regulación y que los mexicanos conozcan, atestigüen y puedan participar en la industria petrolera.

Hernández, 2017, pone en perspectiva los principios y bases en las que se fundó la industria petrolera mexicana bajo un enfoque técnico en la exploración y cuantificación de las reservas así como el tipo de producción de diferentes pozos petroleros a lo largo de la historia.

El Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, ha publicado varios documentos referentes a la regulación aplicada en el sector energético con un enfoque histórico y legislativo que México tiene.

Sin embargo, no existe material dirigido a especialistas en Ciencias de la Tierra que trate específicamente todos los rubros referentes a la regulación utilizada en la etapa de exploración de yacimientos petroleros.

## 1.6. Introducción

Un proyecto petrolero consta de varias etapas, puede iniciar desde meras especulaciones debido a la existencia de manifestaciones naturales de hidrocarburos, hasta concluir en la extracción y comercialización de los mismos. Este proceso se conoce como “cadena de valor para la producción de hidrocarburos”, y consta de tres grandes etapas, como se muestra en la Figura 1.1. En primer lugar se tiene la etapa de exploración y evaluación de yacimientos, en la cual está centrado el presente trabajo y se profundizará con mayor detalle, seguida por etapa de Extracción y Producción, que en conjunto con la Etapa de Exploración y Evaluación se conocen como Upstream, y finalizando con la etapa de Refinación y Comercialización, también conocida como Downstream y Midstream (PEMEX, 2014).



Figura 1.1. Cadena de valor de la industria petrolera (Modificado de PEMEX, Exploración y Producción, 2016).

En todas las etapas de la cadena de valor, existe un marco legal que es emitido por cada Nación y en su defecto, por uno o varios órganos reguladores en materia de hidrocarburos. En México, los principales y más importantes órganos reguladores en materia de hidrocarburos, son la CNH, la Secretaria de Energía (SENER), la Secretaria de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Estos organismos emiten y supervisarán la regulación correspondiente y aplicable a todas las empresas petroleras nacionales y extranjeras que laboren en el territorio mexicano.

Los ingenieros y técnicos en Ciencias de la Tierra involucrados en la industria petrolera deben estar preparados y consientes que su ejercicio profesional será juzgado y regulado por normas, lineamientos, decretos y, en general por las leyes vigentes aplicadas a la cadena de valor. La labor técnica que ejerzan formará parte

de grupos multidisciplinarios de trabajo junto a petroleros, administradores, economistas, abogados, industriales y contadores, por mencionar algunas disciplinas. Implementar estos grupos multidisciplinarios de forma adecuada a la cadena de valor provocar mejores resultados en todas las etapas del proceso y enriquece los conocimientos generales de los profesionistas involucrados.





## 2. Etapa de exploración y evaluación de hidrocarburos

La exploración de hidrocarburos, es y ha sido la etapa fundamental que permite al implementarse adecuadamente el éxito económico e industrial de un yacimiento petrolero. Actualmente, los datos obtenidos de esta etapa, permite a las naciones y empresas petroleras cuantificar y delimitar apropiadamente el tipo de hidrocarburo y la cantidad de reservas de las que disponen, lo que genera un mayor interés de los inversionistas o, en su caso, la continuidad de la cadena de valor de un proyecto petrolero.

Los estudios realizados por ingenieros geólogos, geofísicos y de ciencias afines al estudio del subsuelo, son las bases para conocer y posteriormente para lograr la extracción de hidrocarburos de proyectos exitosos, un gran porcentaje de participación en esta etapa, que debe seguir un orden lógico como se muestra en la Figura 2.1. Los geocientíficos son los primeros participar y, conforme avanza el proceso de exploración, los ingenieros petroleros y demás disciplinas, incorporan su participación en la cadena de valor.

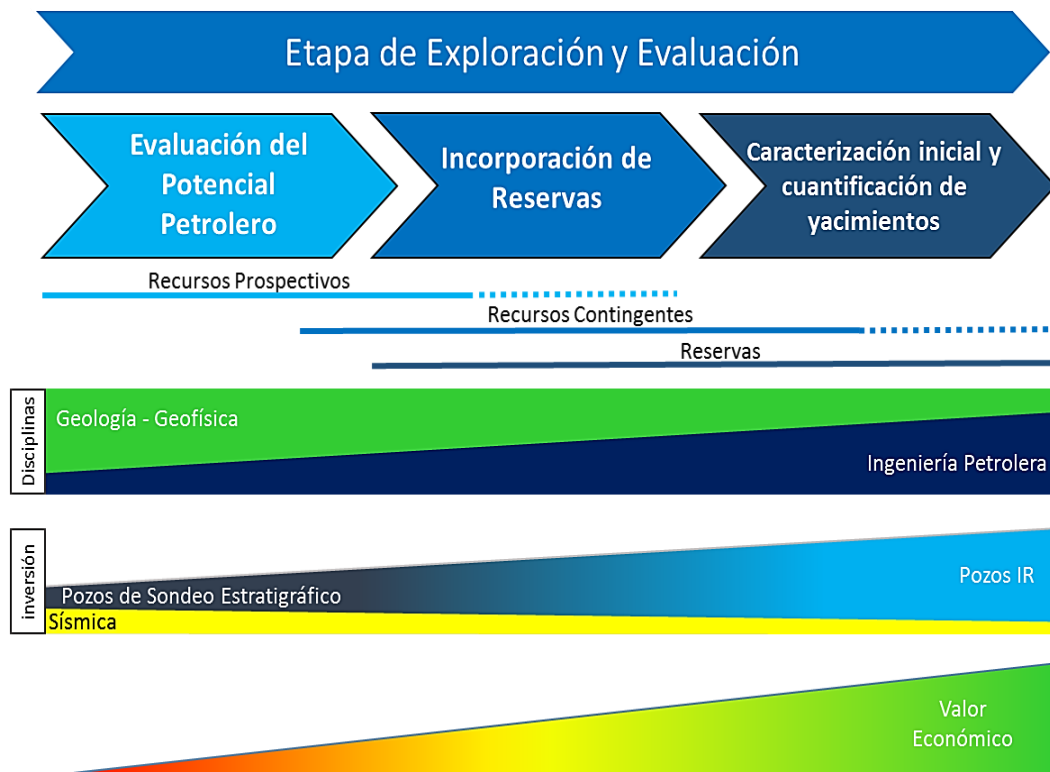


Figura 2.1. Cadena de valor de la etapa de exploración y evaluación (Modificado de Subdirección de Exploración, 2011)

La etapa de exploración y evaluación, se subdivide en componentes fundamentales que están ordenados y concentrados (figura 2.1). Esta etapa se basa en la definición de los parámetros estáticos y dinámicos del sistema petrolero, con base en ellos, se estima de manera documentada el volumen aproximado de los recursos de un yacimiento dentro de un play, el cuál será la unidad básica para la evaluación del potencial petrolero (Oviedo-Pérez, 2007).

La roca generadora, la roca almacenadora, la roca sello y la columna estratigráfica que proporciona la sobrecarga, serán los parámetros estáticos, mientras que la migración, almacenamiento y entrapamiento, serán los parámetros dinámicos. El estudio y correcta interpretación de estos parámetros, al igual que su relación sincrónica, permitirán la reconstrucción geocronológica de un prospecto, y ayudara a determinar el “momento crítico” del sistema petrolero, periodo crucial para la generación de hidrocarburos. Además que se brindará información de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las rocas en el subsuelo del área prospectiva, así como la distribución espacial de las mismas. Por lo que la etapa de exploración y evaluación sustentará y servirá de guía para la etapa de extracción y producción (Jimenez, 2015).

Esta será la etapa que tenga la menor inversión de toda la cadena de valor, sin embargo, la perforación de un pozo exploratorio también representa inversiones económicas importantes. La exploración siempre contará con un alto riesgo de inversión, debido a que los estudios y análisis podrán concluir un volumen de hidrocarburos nulo o, en otros casos, que las condiciones económicas, políticas, ambientales, sociales, geológicas, entre otras, no permitan la extracción o comercialización de los hidrocarburos por no ser rentable, y que la inversión en esta etapa no sea recuperada.

Para comprender mejor la etapa de exploración, es necesario considerar la escala y relación que tienen los términos petroleros basados en el nivel de inversión, que se puede realizar a diferentes escalas en cada cuenca sedimentaria, escalas que se aprecian en la Figura 2.2. Se debe considerar que una cuenca sedimentaria puede contener uno o varios sistemas petroleros, un sistema petrolero puede contener uno o más plays, un play podrá contener uno o más prospectos; un prospecto podrá tener uno o más campos y cada campo, uno o más yacimientos. Por su parte, un prospecto podrá pasar, dependiendo de factores que veremos más adelante, de recurso prospectivo a recurso contingente, y posteriormente a reserva (Olivedo-Perez, 2007).

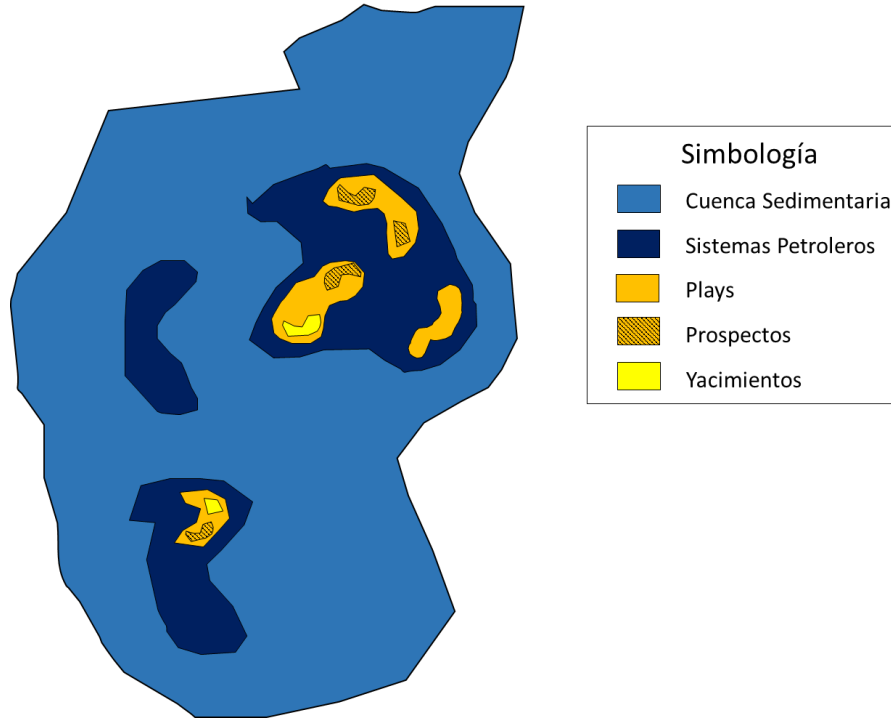


Figura 2.2. Relación de la escala en un proyecto petrolero (Modificado de Oviedo-Pérez, 2007).

La etapa de exploración y evaluación termina el primer día que empiece la perforación del pozo de desarrollo (CNH, 2018). Todas las actividades de la etapa de exploración, deberán estar descritas y fundamentadas en el “Plan de Exploración” que las empresas operadoras entreguen a la CNH. La Comisión, por las atribuciones que se mencionan en la Ley de Hidrocarburo y la Ley de Órganos Reguladores en Materia Energética (DOF, 2014), deberá aprobar este plan, y también deberá de implementar las medidas necesarias para que las empresas lo cumplan.

## 2.1. Evaluación del potencial petrolero

Consiste en la estimación y valoración de los posibles recursos prospectos dentro de un play. Los recursos prospectivos se definen como “El volumen de Hidrocarburos estimado a una fecha determinada, que todavía no se descubre pero que ha sido inferido y que se estima potencialmente recuperable, mediante la aplicación de proyectos de desarrollo futuros” conforme al Art. 4, párrafo XXXIV de la Ley de Hidrocarburos (DOF, 2016), definición importante en la exploración y que permite diferenciar cuando un recurso prospectivo podrá ser contingente.

La evaluación de los prospectos incluye la interpolación al área de estudio de los datos existentes disponibles en la bibliografía, los resultados de los estudios a realizar, la interpretación de modelos sísmicos, de modelos de cuencas sedimentarias, el reconocimiento y evaluación del sistema petrolero (enfocado principalmente en la roca generadora, sincronía y migración). Por lo que se necesitarán de estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos que respaldan la evaluación. Los estudios geológicos y geofísicos fundamentales se indican en la Figura 2.3. Estos deberán de ser de carácter regional y enfocado individualmente a los plays encontrados.

<b>Estudios técnicos para la evaluación del potencial petrolero</b>		
<b>Estudios Geológicos</b>	<b>Estudios Geofísicos</b>	<b>Estudios Geoquímicos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De cuencas sedimentarias</li> <li>• De plays</li> <li>• De estratigrafía y/o bioestratigrafía</li> <li>• De sedimentología</li> <li>• De sistemas Petroleros</li> <li>• Tectónico-estructural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación sísmica</li> <li>• Inversión sísmica</li> <li>• Modelos de velocidades</li> <li>• Sismograma sintético</li> <li>• Análisis de atributos AVO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de capacidad de sello</li> <li>• Estudio geoquímico orgánico</li> <li>• Estudio de dinámica de generación de hidrocarburos</li> </ul>

Figura 2.3. Estudios técnicos en la Evaluación de Potencial (Modificado de CNH, 2018).

La clasificación del sistema petrolero en esta sub-etapa según su certidumbre, será del tipo especulativo (?), ya que se basa únicamente en evidencia geológica o geofísica para relacionar los elementos (Allen y Allen, 2005), posteriormente, al final de esta sub-etapa se podrá considerar un sistema hipotético (.). Las notación: (?), (.) y (!), denotarán el nivel de certidumbre, usando (!) para los Sistemas Petroleros Conocidos, es decir que existen correlaciones geoquímicas entre la roca generadora y los hidrocarburos encontrados en un yacimiento.

Una vez tomados los datos de las disciplinas mencionadas, la metodología más utilizada es la denominada “Play Fairway” (Grant-1996), que se basa en el análisis de una secuencia sedimentaria donde serán identificados los elementos del sistema petrolero, y se evaluarán los riesgos del play de acuerdo al riesgo de cada elemento de manera regional.

En esta sub-etapa se estudian y clasifican los recursos prospectivos para seleccionar aquellos con el mayor potencial petrolero. Con la Figura 2.4, se muestra que al disminuir el nivel de incertidumbre e incrementar la oportunidad de comercializar de los hidrocarburos, la cadena de valor avanzará. Permitiendo de esta forma que los recursos prospectivos se consideren recursos contingentes; y que los recursos contingentes se consideren reservas.

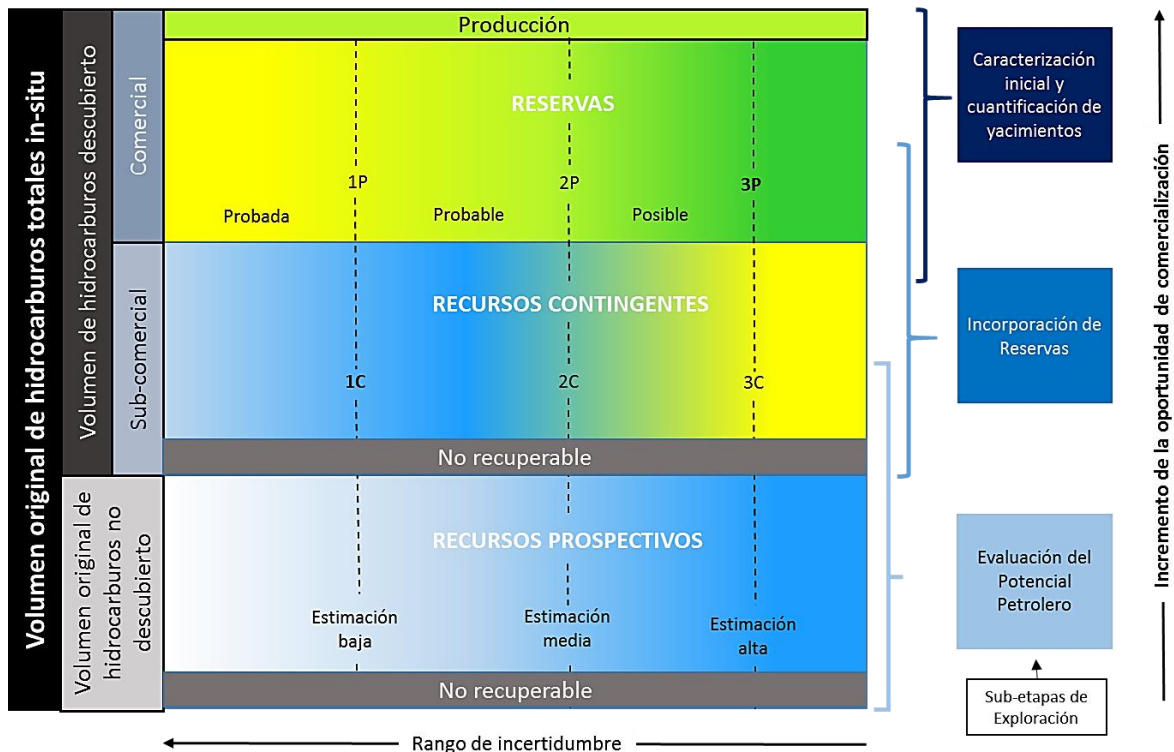


Figura 2.4. Clasificación de los recursos petroleros (no a escala) (Modificado de Society of Petroleum Engineers, 2007).

El procedimiento de evaluación de potencial, si bien no se encuentra regulado por algún lineamiento o ley, es importante recalcar que debe cumplirse con los más altos estándares de efectividad, veracidad y por las mejores prácticas aplicables, para que en el futuro, los datos obtenidos puedan ser utilizados o considerados en proyectos con fines industriales o científicos. La correcta obtención de estos datos atrae inversiones necesarias al sector petrolero, y consecuentemente, un crecimiento económico importante.

Petróleos Mexicanos, siendo la única empresa petrolera en México hasta el año 2014 (DOF, 2016), ha tenido la importante contribución de recabar y obtener la información de las reservas, recursos contingentes y recursos prospectivos de la nación. Por lo que PEMEX y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), en cumplimiento con la Ley de Hidrocarburos, entregaron la totalidad de la información histórica en materia de hidrocarburos. La CNH, a través del Centro Nacional de Información de Hidrocarburos (CNIH) fue el órgano encargado de implementar el procedimiento de transferencia de información histórica. La información recabada ahora funge como parte importante de lo que se pone a disposición en el proceso de licitación, formando parte del "cuarto de datos" al que

acceden los asignatarios y contratistas ganadores de cada una de las licitaciones (DOF, abril de 2016).

## **2.2. Incorporación de reservas**

En esta sub-etapa se deberán utilizar estudios y metodologías adecuados que permitan la cuantificación de recursos contingentes y de reservas.

A este nivel de la cadena de valor, se conocen las características de uno o más sistemas petroleros, los plays han sido probados, y se tiene el objetivo de descubrir y evaluar nuevas reservas de hidrocarburos para maximizar el valor de la inversión del proyecto petrolero (Mancera-Alejandrez, 2015).

Los métodos que se suelen utilizar para la incorporación de las reservas pueden abarcar métodos volumétricos, matemáticos, determinísticos y de análisis de desempeño, los cuales deben apegarse a la metodología reconocida internacionalmente denominada “PRMS” (Petroleum Resources Management System), la cual fue creada por la Society of Petroleum Engineers (SPE) en colaboración de la American Association of Petroleum Geologists (AAPG), la World Petroleum Council (WPC) y la Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE).

Los asignatarios, contratistas y terceros independientes deberán utilizar la metodología PRMS en cumplimiento de los “Lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación” emitidos por la CNH en 2017. Dichos lineamientos toman como definición de reservas la establecida en el artículo 4, párrafo XXXV, de la Ley de Hidrocarburos como “El volumen de hidrocarburos en el subsuelo, calculado a una fecha dada a condiciones atmosféricas, que se estima será producido técnica y económicamente bajo el régimen fiscal aplicable, con cualquiera de los métodos y sistemas de extracción aplicables a la fecha de evaluación”.

La metodología PRMS se basa en los datos técnicos obtenidos previamente en la cadena de valor y agrega variables económicas, ambientales y sociales para estimar el tipo de reservas que cuenta el proyecto petrolero (Society of Petroleum Engineers, 2007). Dependiendo del estado en que se encuentre el proyecto y la viabilidad que se tenga para extraer el hidrocarburo, los recursos contingentes podrán convertirse en reservas 1P, 2P ó 3P, siendo las reservas 3P las que tengan un menor grado de incertidumbre (Figura 2.5).

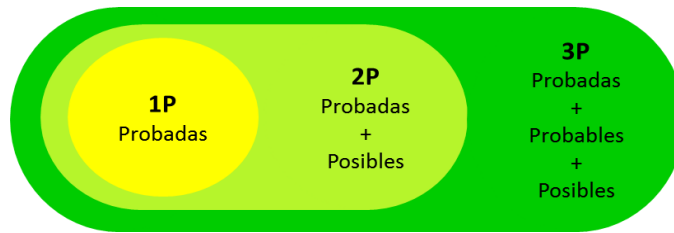


Figura 2.5 Relación de los tipos de Reservas (Modificado de Society of Petroleum Enginners, 2007)

Para realizar los principales estudios técnicos utilizados en la incorporación de reservas (Figura 2.6), y poder validar el modelo geológico y los estudios indirectos previos, es necesaria la perforación de un pozo exploratorio. El riesgo de inversión que este pozo significa a las industrias petroleras es muy alto, y por ello la interpretación de los estudios previos a la perforación, tendrán la menor incertidumbre posible.

Estudios técnicos para la incorporación de reservas	
Estudios para la incorporación de reservas	Estimación volumétrica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación petrofísica y sedimentológica</li> <li>• Interpretación integrada del registro de pozos</li> <li>• Imagen del pozo</li> <li>• Estudios de petrofísica básica.</li> <li>• Análisis de laboratorio de roca y fluidos.</li> <li>• Presión capilar por inyección de mercurio.</li> <li>• Estudio de Núcleos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de recursos prospectivos</li> <li>• Evaluación integrada priorización de prospectos exploratorios</li> </ul>

Figura 2.6. Tabla de los estudios utilizados en la incorporación de reservas (Modificado de CNH, 2018)

### 2.3. Caracterización y delimitación de yacimientos

La definición oficial de yacimiento por la SENER, 2015, indica que es “la unidad del subsuelo constituida por rocas permeables que contienen petróleo, gas y agua, las cuales conforman un solo sistema”, lo que hace referencia a la roca almacenadora limitada por una trampa y que además contenga hidrocarburos, dejando a un lado el rango que tengan. Sin embargo, se debe tener la certeza que existen altas posibilidades de explotar comercialmente el hidrocarburo para iniciar la caracterización y delimitación de un yacimiento.

Esta sub-etapa tiene como objetivo determinar la forma y límites de los yacimientos descubiertos del proyecto petrolero. Reduciendo la incertidumbre en la geometría y

dimensiones de la trampa, las características de la roca almacén y la estimación de las reservas del yacimiento, permitiendo que en la etapa de desarrollo, el hidrocarburo sea extraído de manera rentable y eficiente (Mancera, 2015).

En esta fase se tiene mayor participación de los ingenieros petroleros en el grupo multidisciplinario de trabajo. Fundamentando la localización con los datos obtenidos del pozo exploratorio, los especialistas proponen la perforación de pozos delimitadores, para conocer con mayor certeza los límites del yacimiento.

La adecuada realización de estudios de caracterización, volumétricos y VCDSE (visualización, conceptualización, definición, seguimiento y evaluación) utilizados en esta sub-etapa (Figura 2.7), permiten definir horizontal y verticalmente la distribución del yacimiento, obtener información para realizar la caracterización inicial, incrementar el grado de certidumbre, reclasificar las reservas, evaluar la rentabilidad y programar la estrategia de desarrollo de los yacimientos descubiertos (Henry-Lahee, 1960).

<b>Estudios técnicos para la caracterización y delimitación de yacimientos</b>		
<b>Caracterización</b>	<b>Estimación Volumétrica</b>	<b>Metodología VCDSE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios geomecánicos</li> <li>• Predicción de presión de poros</li> <li>• Estudios de presión-volumen- temperatura</li> <li>• Caracterización de arcillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de recursos prospectivos</li> <li>• Evaluación integrada de priorización de prospectos exploratorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis acompañante a la perforación y posterior a la misma</li> <li>• Evaluación antes de la perforación de los prospectos exploratorios</li> </ul>

Figura 2.7. Tabla de los posibles estudios para la Caracterización y Delimitación de Yacimientos (Modificado de CNH 2018).

Para esta sub-etapa, la empresa petrolera deberá acatar los puntos señalados en los “Lineamientos de perforación de pozos” emitidos por la CNH en 2016, los cuales obligan a los asignatarios y contratistas realizar la documentación de todas sus actividades en anexos y formularios específicos, de no cumplirse, se sancionará a la empresa bajo la regulación aplicable (Ley de Hidrocarburos, 2016).

Una vez que la exploración es suficiente y se tienen las condiciones óptimas para que las reservas se consideren viablemente explotables, se inicia la etapa de desarrollo. Donde los ingenieros geólogos participan guiando la perforación de distintos pozos con la información obtenida en la etapa de exploración y evaluación, y aportando un mayor conocimiento del subsuelo, que es utilizado durante la extracción de los hidrocarburos, y que además, sirve de guía para el descubrir nuevos yacimientos análogos en sitios próximos.



La etapa de exploración y evaluación termina el primer día que empiece la perforación del pozo de desarrollo (CNH, 2018). Todas las actividades de la etapa de exploración, deberán estar descritas y fundamentadas en el “Plan de Exploración” que las empresas operadoras entreguen a la CNH. Por las atribuciones que se le atribuyen a la CNH en la Ley de Hidrocarburos y la Ley de Órganos Reguladores en Materia Energética (DOF, 2014), deberá aprobar este plan.



### 3. Marco jurídico en la exploración y evaluación de yacimientos petroleros en México.

Este capítulo tiene como objetivo familiarizar a los ingenieros en Ciencias de la Tierra con los términos y disposiciones jurídicas utilizadas e indispensables durante la etapa de exploración y evaluación de un proyecto petrolero en territorio mexicano. Para ello, se revisará la jerarquía, los antecedentes y el significado que tiene la regulación que rige la etapa de exploración y evaluación de proyectos petroleros, así como los organismos gubernamentales encargados de su aplicación y supervisión.

Debido a que el desconocimiento de la normatividad propicia su incumplimiento y en consecuencia, conlleva a serias sanciones legales, o en el peor de los casos, a accidentes que afectan a las personas y los equipos de trabajo, es importante que los ingenieros en Ciencias de la Tierra que laboren en el sector petrolero de México, conozcan la regulación esencial e indispensable necesaria.

#### 3.1. Jerarquía legislativa.

Una norma es considerada como norma jurídica o ley, si pertenece a un sistema de normas que posee el carácter del derecho, es decir, que está basada en las relaciones sociales en un determinado lugar y tiempo (Raz Joseph, 1986).

Las normas jurídicas no actúan aisladamente, sino que son operadas en relación con otras normas que integran un sistema jurídico, es decir, en el marco de un sistema o conjunto de elementos interrelacionados, entre los que existe una cierta cohesión y unidad de propósito (Cáceres Nieto, 2000).

El sistema jurídico, según Hans Kelsen, 1981, se debe interpretar como una jerarquía escalonada, donde cada una de sus partes está sustentada, apoyada y validada por su base. Si las normas jurídicas no poseen este ordenamiento jerárquico, no podrán ser explicadas, reconocidas, ubicadas y clasificadas. Sin esta idea del ordenamiento jurídico, no sería posible explicar la validez y aplicación correcta de las normas, la jerarquía normativa, el carácter unitario y la coherencia de todo el sistema legal.

Aplicando la jerarquía Kelsiana al sistema jurídico mexicano, se tendrá que la base de todos los elementos del sistema jurídico es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tal como se indica en Figura 3.1.



Figura 3.1. Jerarquía del Sistema Jurídico Mexicano (Modificado de Poder Judicial de la Federación, 2006).

Por lo que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la base de todas las normas y leyes que se aplican en México; es la máxima autoridad de todo el sistema jurídico mexicano y de ella emana el resto de normas y disposiciones de los siguientes niveles.

En segundo orden, se tienen a los Tratados Internacionales que corresponden con acuerdos escritos y celebrados entre México y otras naciones u organizaciones internacionales, y que se rigen por el Derecho Internacional que también tiene validez cuando se trata de acuerdos o negociaciones con otros países.

Por debajo de los Tratados Internacionales, se encuentran las leyes federales y locales, de igual jerarquía, donde:

- *El derecho u orden federal* será aquel que comprenda todas las leyes obligatorias en todo el territorio mexicano.
- *El derecho local* será aquel que abarque aquellas leyes aplicables dentro de las entidades federativas, como los que tienen los Estados o la Ciudad de México, en forma individual.

Las leyes federales por su parte, sustentan el marco jurídico energético y particularmente a la industria petrolera mexicana. Los lineamientos, reglamentos y facultades de los organismos gubernamentales que regulan la exploración de hidrocarburos, proceden y se sustentan en estas leyes.

En la Figura 3.2, se muestra con mayor detalle las partes y jerarquía que tiene el poder federal para la industria petrolera mexicana. Se puede observar que las leyes especiales o específicas, como la ley de hidrocarburos o la ley de órganos reguladores en materia de energía, son la base de la jerarquía, y en estas se apoyan los lineamientos y disposiciones que regulan la etapa de exploración y evaluación de hidrocarburos.



Figura 3.2. Jerarquía del sistema jurídico mexicano enfocada al marco regulatorio de la industria petrolera, con algunos ejemplos (Modificado de Poder Judicial de la Federación, 2006).

De esta manera se sabe que si una norma jurídica contradice a otra, o no tiene sentido si se compara con otra, se deberá cumplir y acatar aquella norma que, según su orden jerárquico este más cercano a la base.

### **3.2. Reforma energética, proceso jurídico para el mejor aprovechamiento de los hidrocarburos.**

#### **3.2.1. Reforma constitucional**

Una reforma constitucional, es un procedimiento jurídico ajeno a la jerarquía legislativa, que permite la modificación de la constitución; se fundamenta en el artículo 135 constitucional. No se debe confundir con un artículo, ley o decreto; una reforma constitucional se debe comprender como “herramienta” que permite a los

3 poderes de la unión (ejecutivo, legislativo y judicial) realizar cambios a los artículos, leyes o decretos, sin que se afecten sus principios fundamentales.

La constitución política se ha reformado más de 200 veces desde su publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 5 de febrero de 1917, es una herramienta necesaria para que la constitución pueda subsanar y solucionar los problemas contemporáneos que afectan la necesidad pública (H. Congreso de la Unión, 2018) .

Para que una reforma constitucional se aplique, según el artículo 135 constitucional, 2018, debe ser aprobada por el voto a favor de dos terceras partes de la Cámara de Diputados, y posteriormente ser publicada como decreto por el DOF, especificando los artículos o leyes que serán reformados o derogados (eliminados).

### **3.2.2. Reforma Energética.**

La reforma energética es una reforma constitucional que fue promulgada en el año 2013, por el *“Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de energía”*, y puesta en marcha en el año 2014; reformó los artículos 25, 27 y 28 constitucionales, los cuales hablan de la propiedad de los recursos del subsuelo y de los energéticos, así como de lo referente a las disposiciones extractivas y comerciales de los mismos. Así mismo se añadieron 21 *artículos transitorios*, es decir, artículos temporales que concluyen al presentarse las condiciones que regulan.

A consecuencia de los artículos reformados, la reforma energética propició la creación de 9 leyes y la modificación de otras 12, de las cuales, la ley de hidrocarburos, la ley de los órganos reguladores coordinados, y la ley minera son las más relevantes para este trabajo. En conjunto estas 21 leyes, que se indican en la Figura 3.3, son la base de la exploración, explotación, distribución, adquisición y organización de los sectores petrolero, minero, eléctrico, hidrológico y geotérmico.

<b>Leyes creadas y modificadas por la reforma energética</b>	
<b>Nuevas leyes</b>	<b>Leyes modificadas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Petróleos Mexicanos</li> <li>• Ley de la Comisión Federal de Electricidad</li> <li>• Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos</li> <li>• <b>Ley de Hidrocarburos</b></li> <li>• Ley del Fondo Mexicano del Petróleo</li> <li>• Ley de Energía Geotérmica</li> <li>• <b>Ley de los Órganos Reguladores Coordinados</b></li> <li>• Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente</li> <li>• Ley de la Industria Eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Inversión Extranjera.</li> <li>• Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.</li> <li>• Ley de Asociaciones Público Privadas.</li> <li>• Ley Federal de Derechos.</li> <li>• Ley de Coordinación Fiscal.</li> <li>• Ley de Aguas Nacionales.</li> <li>• Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.</li> <li>• Ley General de Deuda Pública.</li> <li>• <b>Ley Minera.</b></li> <li>• Ley Federal de las Entidades Paraestatales.</li> <li>• Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.</li> <li>• Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.</li> </ul>

*Figura 3.3. Tabla que muestra las leyes creadas y modificadas por la Reforma Energética (Modificado de "decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la constitución política de los estados unidos mexicanos, en materia de energía", 2013)*

### 3.2.3. La reforma energética en la industria petrolera

La reforma energética, fue la solución que el Gobierno de la Republica decidió implementar por la disminución de la producción y reservas de los hidrocarburos de México y por los siguientes hechos (figura 3.4):

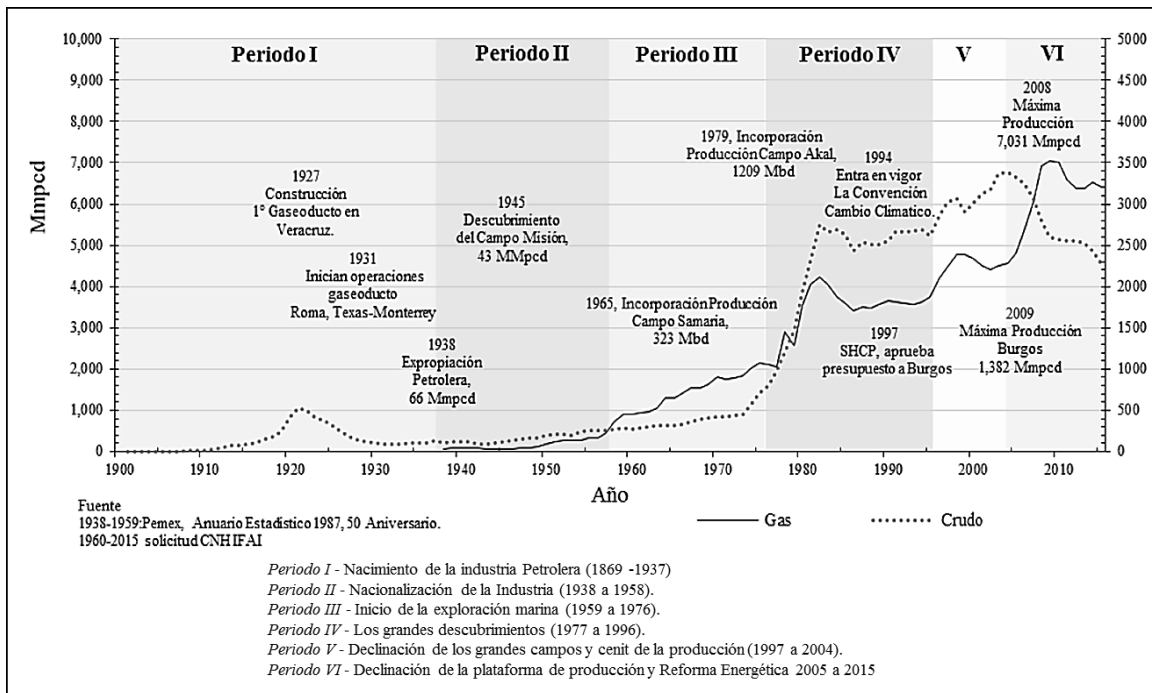


Figura 3.4. Producción nacional de gas y crudo (Tomado de Hernández-Martínez, 2017).

- La baja de producción, que pasó de 3.4 millones de barriles diarios en 2004 a 2.5 millones de barriles diarios en 2013 (Gobierno de la República, 2013). Actualmente es de 1.9 millones de barriles diarios (PEMEX, 2018).
- Segundo y último pico de producción en 2004, y después un abrupta declinación (Hernández- Martínez, 2017).
- El aumento de la importación de gas natural (hasta llegar al 30%) en el año 2013 (Gobierno de la República, 2013).
- La evidente deficiencia operativa de PEMEX, que envió a la atmósfera del 20% de la producción de gas asociado que se “quemo” (Hernández- Martínez, 2017)
- El Déficit de la producción de gas en 2009 y el incremento de la demanda energética del país (Hernández-Martínez 2017).
- El manejo centralizado y poco transparente de la información de PEMEX.

La reforma energética se implementó con la finalidad de favorecer la exploración, extracción y comercialización de hidrocarburos por parte de diferentes empresas petroleras (empresas operadoras), con el objetivo de impulsar el mercado y la producción energética que necesita el país y que PEMEX como empresa del estado no pudo lograr. Los objetivos principales de la reforma energética son (Gobierno de la República, 2013):



- Modernizar y fortalecer, sin privatizar, a las empresas productoras del estado, PEMEX y CFE (Comisión Federal de Electricidad).
- Permitir la participación de empresas privadas, extranjeras y nacionales, en la exploración, extracción y comercialización de los hidrocarburos. Para así reducir la exposición del país a los riesgos financieros, geológicos y ambientales en dichas actividades.
- Garantizar estándares internacionales de eficiencia, calidad y confiabilidad de suministro energético y extracción de petróleo y gas natural para todas las empresas operadoras.
- Impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y ambiental.
- Poner a disposición de todos los mexicanos la información de los contratos de las Licitaciones, haciéndolo accesibles y transparentes.

Terminando de esta manera con el monopolio de 8 décadas de PEMEX en la industria petrolera, donde se tuvieron periodos con altos y bajos índices de producción e ingresos a la renta de hidrocarburos con varios periodos de trabajo eficientes y alta productividad. Ahora el país apuesta por la inversión de capital privado y el manejo transparente de la información sobre los hidrocarburos.

### **3.3. Ley de Hidrocarburos**

La ley de hidrocarburos fue publicada en el DOF el 11 de agosto de 2014 y surge en cumplimiento del artículo 25, párrafo cuarto, artículo 27, párrafo séptimo y, artículo 28, párrafo cuarto, que la reforma energética modificó.

Es el marco legal central para la regulación en la exploración, explotación y comercialización de hidrocarburos, que los asignatarios y contratistas titulares de un área contractual, deben seguir para realizar estas actividades.

#### 3.3.1. Conceptos generales en la regulación de hidrocarburos.

Para entender de manera adecuada la regulación en la exploración de un yacimiento petrolero, es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos y su significado (Ley de hidrocarburos, 2014 y SENER, 2015):

- *Asignatario*. PEMEX, CFE o cualquier otra empresa productiva del estado que sea titular de una asignación y operador de un área de asignación.

- *Contratista*. Empresa privada o persona moral, titular de un contrato con la CNH para la exploración y extracción de hidrocarburos, ya sea de manera individual o en consorcio.

- *Área contractual/área de asignación*. La superficie y profundidad determinadas por la SENER, así como las formaciones geológicas contenidas en la proyección vertical, con potencial petrolero estimado, en las que se realiza la exploración y extracción de hidrocarburos a través de la celebración de contratos del proceso de licitación.

La diferencia entre un *área contractual* y *área de asignación* radica en que, el área contractual es para contratistas y el área de asignación es para asignatarios.

Para practicidad en este trabajo, se mencionará únicamente como *área contractual* a cualquier área designada para actividades de exploración o extracción de hidrocarburos.

- *Asignación*. Contrato administrativo en el cual el estado mexicano otorga al asignatario el derecho exclusivo para realizar actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en un área de asignación, por una duración específica.

- *Contrato para la exploración y extracción*. Acto jurídico en el cual el estado mexicano otorga al contratista el derecho exclusivo para realizar actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en un área contractual, por una duración específica.

- *Operador petrolero*. Se refiere a los asignatarios y contratistas. Para contratos en modalidad de consorcios, se refiere al contratista con mayor porcentaje de participación (CNH, 2016).

Considerando el significado de los términos anteriores, podemos ser más específicos y decir que, la ley de hidrocarburos permite la realización de actividades estratégicas de exploración y extracción de hidrocarburos a los asignatarios y contratistas en las áreas contractuales que ganaron en el proceso de licitación. También, establece que los hidrocarburos de los yacimientos (subsuelo) pertenecen a la nación, y que las actividades ajenas a exploración y extracción, como la refinación, procesamiento, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos se podrán desarrollar por medio de permisos.

### 3.3.2. Proceso de licitación

La ley de hidrocarburos indica que las empresas interesadas en el proceso de licitación, podrán presentar sus propuestas de inversión a la CNH durante la temporada indicada, y de este modo participar con otras empresas interesadas; se otorgará como ganador del título del área contractual, a aquella empresa que tenga la propuesta más atractiva para el estado mexicano.

Las licitaciones son llevadas a cabo por medio de *Rondas*, cada Ronda se refiere a un lapso de tiempo que la SENER establece para llevar a cabo las licitaciones. Hasta septiembre de 2018, se han realizado 4 Rondas:

- *Ronda Cero* o “farmauts”. Fue la primer Ronda, donde solo PEMEX participó, otorgándoles el 82% de las reservas 2P y el 31% de los recursos prospectivos del país que se tenían registrados, para que de esta forma, se pudiera asegurar la prioridad de PEMEX en la industria petrolera mexicana (Hernández-Martínez, 2017). En este proceso, PEMEX tuvo que demostrar a la CNH y la SENER que tenía la capacidad técnica y financiera adecuada para laborar en áreas contractuales que seleccionó.
- La *Ronda 1*. Cuenta con 4 licitaciones concluidas (Rondas México, 2018).
- La *Ronda 2*. Cuenta con 4 licitaciones concluidas (Rondas México, 2018).
- La *Ronda 3*. Cuenta con de 2 licitaciones terminadas y una que está aún en marcha (Rondas México, 2018).

Cada licitación de una Ronda, hace referencia a la zona a la que pertenecen las áreas contractuales y de acuerdo con el “Plan Quinquenal” que emite la SENER (SENER, marzo de 2017), las cuales se dividen en:

- Aguas profundas.
- Aguas someras.
- Terrestres no convencionales.
- Terrestres convencionales.

Las distintas Rondas incluyen 13 licitaciones (Figura 3.5). Es importante señalar que solo la Ronda 3 licitará yacimientos no convencionales y que se realizará en 2019 (Rondas México, 2018).

Clasificación de las Licitaciones					
Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3	
Licitación 1	Aguas Someras	Licitación 1	Aguas Someras	Licitación 1	Aguas Someras
Licitación 2	Aguas Someras	Licitación 2	Terrestre Conv.	Licitación 2	Terrestre Conv.
Licitación 3	Terrestre Conv.	Licitación 3	Terrestre Conv.	Licitación 3*	Terrestre No Conv.
Licitación 4	Aguas Profundas	Licitación 4	Aguas Profundas		

Figura 3.5. Clasificación de las Licitaciones por Ronda (Modificado de Rondas México 2018).

Además que PEMEX puede participar en las Rondas como cualquier otra empresa petrolera, también existe un proceso de licitación para aquellas empresas interesadas en asociarse con PEMEX, donde compiten para ser socios titulares de un área contractual asociada a la empresa estatal. En este proceso llamado “Asociaciones estratégicas de PEMEX” han sido ganadoras las empresas Cheiron, BHP Billiton y DEA Deutsche.

### 3.4. Instituciones reguladoras en materia de hidrocarburos

La ley de hidrocarburos apoyada con la ley de órganos reguladores, surgieron a partir de la reforma energética, con lo que se fortalecieron las funciones y atribuciones que ahora poseen la CNH, la SENER, y la CRE, referente al proceso de licitación de las áreas contractuales, así como lo correspondiente al seguimiento y cumplimiento de los planes de desarrollo de los operadores petroleros.

A la SENER le corresponde establecer las condiciones técnicas que deberán tener las áreas contractuales y, en conjunto con CNH, ofertar dichas áreas, emitir los permisos para el tratamiento, refinación exportación y comercialización del petróleo, además de otros productos petrolíferos y petroquímicos; también les corresponde analizar técnicamente las solicitudes de contratos para la exploración y extracción, publicar el número de asignaciones que se encuentran vigentes, resolver las sanciones que señala la ley de hidrocarburos, proponer la participación del Estado Mexicano si un área contractual coexiste a distinta profundidad con una Asignación y cuando existan oportunidades, impulsar la transferencia de conocimiento y tecnología a PEMEX y proponer su participación (Ley de hidrocarburos, 2014).

La CRE, expedirá los permisos ajenos a la exploración y extracción de los hidrocarburos, como el la refinación, transporte y almacenamiento de los mismos.

La CNH, será el órgano regulador encargado de llevar a cabo la totalidad del proceso de licitación, quienes también supervisan el cumplimiento de los planes y actividades de exploración y extracción de hidrocarburos para los operadores petroleros, y así propiciar la inversión y el crecimiento económico de México.

### **3.5. Facultad regulatoria de la Comisión Nacional de Hidrocarburos en la etapa de exploración.**

La CNH es una dependencia del poder ejecutivo federal, con personalidad jurídica, autonomía técnica y autosuficiencia presupuestaria, que quedó formalmente instalada el 20 de mayo de 2009, a partir del nombramiento de los comisionados integrantes de su órgano de gobierno, el cual está integrado por 7 comisionados (CNH, 2018).

Por las facultades que la CNH adquiere mediante la *ley de hidrocarburos* y la *ley de los órganos reguladores coordinados*, tiene el poder y la responsabilidad de emitir la regulación correspondiente para que los operadores petroleros realicen de forma eficiente las actividades “Upstream” de un proyecto petrolero; de igual forma, tiene la obligación de ejecutar eficientemente y de manera transparente el proceso de licitación de las áreas contractuales. Por medio de las sesiones ordinarias y extraordinarias del Órgano de Gobierno, los comisionados deliberan la aprobación de los planes de exploración y desarrollo de las empresas, y cualquier asunto que emane de estos, o del procedimiento de Licitación; todo ello de una manera transparente ante las empresas y los mexicanos interesados.

Consecuente, a la culminación del monopolio de PEMEX propicio por la reforma energética, la CNH analiza, verifica y supervisa la información de todas las actividades exploratorias y extractivas de los hidrocarburos, que realiza PEMEX y la que obtienen los operadores petroleros, lo que permite la sistematización descentralizada de la información y un manejo más eficiente.

La regulación emitida por la CNH, está presente en toda la cadena de valor de la exploración y extracción de hidrocarburos, señala algunas de las mejores prácticas utilizadas por las empresas, el porcentaje de contenido nacional que deben cumplir, y los criterios mínimos en que deben entregar en sus resultados, entre otros asuntos relevantes (CNH 2018). El “plan de exploración” que la CNH solicita a los

operadores petroleros, es la acción principal que le permite realizar su función de principal órgano regulador.

#### 4. Síntesis de lineamientos y disposiciones vigentes

La CNH, cuenta con las facultades necesarias para regular distintos aspectos relacionados a las etapas de exploración y desarrollo de un proyecto petrolero, así como lo referente a las licitaciones de las áreas contractuales. Esta regulación contempla los siguientes temas (CNH, 2018):

- Aprovechamiento de gas natural asociado.
- Autorización para el reconocimiento y exploración superficial.
- Celebración de alianzas o asociaciones.
- Cuantificación y certificación de reservas.
- Licitaciones.
- Medición de hidrocarburos.
- Planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos.
- Perforación de pozos.
- Transferencia de información histórica.
- Uso de información.

La información sobre los temas antes indicados y sobre las facultades está disponible en la página oficial de la CNH, 2018.

La mayoría de los lineamientos mencionados, contienen anexos que agilizan el proceso regulatorio. En ellos se fundamenta la parte técnica o administrativa de cada lineamiento.

En este capítulo se revisarán únicamente los lineamientos y disposiciones referentes a las actividades exploratorias que se realizan durante las etapas de exploración y de desarrollo. Por lo que se trabaja lo referente a:

- Planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos.
- Autorizaciones para el reconocimiento y exploración superficial.
- Perforación de pozos.
- Cuantificación y certificación de reservas.

Los artículos y anexos que se citan en los siguientes subtemas, se refieren al artículo o anexo del lineamiento que se expone, por lo que en la bibliografía solo se cita la referencia principal.

#### **4.1. Lineamiento para los planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos.**

El “lineamiento que regula el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y de desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones.” fue emitido por la CNH en el diario oficial de la federación (DOF) el 3 de noviembre de 2015, y fue modificado parcialmente el 21 de abril de 2016.

El artículo 3 de este lineamiento, indica que tiene por objetivos regular la presentación, aprobación, supervisión, cumplimiento, modificación y propuestas de los siguientes planes:

- *Planes de exploración.*

Documento en el que los operadores petroleros describen de manera secuencial las actividades exploratorias que tienen programadas realizar en el área contractual de la asignación o el contrato del que son titulares.

- *Planes de desarrollo para la extracción.*

Documento en el que el operador petrolero describe de manera secuencial, las actividades relacionadas al proceso de extracción de hidrocarburos y actividades asociadas a éstas.

- *Planes provisionales.*

Documento con el que se permite garantizar la continuidad operativa de las actividades de exploración o producción, mientras se realiza algún proceso de migración (cambio de operador petrolero).

- *Programas asociados a los planes*

Documento donde se detallan las actividades que serán realizadas por el Operador Petrolero durante el período aplicable que no se contemplaron en los planes exploratorios o de desarrollo.

En el artículo 2, se establece que los operadores petroleros, son los responsables de entregar estos planes y programas a la CNH, en cumplimiento con lo establecido en las asignaciones o contratos de los que son titulares.



En este lineamiento se establecen también los criterios bajo los cuales la CNH analiza los planes mostrados, así como las propuestas técnicas, económicas y operativas que los conforman. Para ello, el lineamiento dispone de distintos anexos que facilitan al operador la entrega de la documentación requerida para la elaboración del plan, y que la CNH utiliza para supervisar el cumplimiento de dicho plan.

#### 4.1.1. Guías técnicas para los planes de exploración.

Las guías técnicas o anexos de este lineamiento, determinan el grado de detalle en que los operadores deben entregar, solicitar o corregir la información que les solicita la CNH en su *plan de exploración*; en este lineamiento se tienen los siguientes anexos:

- Anexo I - Guía para los planes de exploración de hidrocarburos (convencionales).
- Anexo III - Guía para hidrocarburos asociados a lutitas (no convencionales)
- Anexo IV - Guía para gas natural contenido en vetas de carbón mineral (gas grisú)
- Anexo V - Guía para hidrocarburos en hidratos de gas (hidratos de metano)
- Anexo VI - Guía de Planes provisionales.
- Anexo VII - Guía para la presentación y modificación de programas relacionados a los planes.

Aunque los operadores petroleros son responsables y libres de utilizar la metodología de su preferencia, ésta se debe realizar con base en los anexos correspondientes, y considerando que debe darse el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en la asignación o contrato del que son titulares.

#### 4.1.2. Clasificación de los planes exploratorios.

La CNH considera cuatro tipos de planes de exploración de hidrocarburos, éstos se clasifican dependiendo del tipo de yacimiento en que se encuentra el proyecto de la siguiente manera:

- Yacimientos convencionales.
- Yacimientos no convencionales asociados lutitas.
- Yacimientos no convencionales en vetas de carbón mineral.
- Yacimientos no convencionales de hidratos de gas.

Cada plan debe ser elaborado y aprobado con base en esta clasificación.

#### 4.1.3. Proceso de aprobación de los planes exploratorios.

Una vez que el operador entregue el plan exploratorio con la clasificación y documentación indicada en los anexos correspondientes, la CNH iniciara un proceso de evaluación, en el cual se consideran fundamentales los siguientes aspectos técnicos:

- El cumplimiento de la regulación aplicable (otros lineamientos emitidos por la CNH)
- La implementación de las mejores prácticas a nivel internacional.
- El cumplimiento de las metas y objetivos establecidos en los contratos o asignaciones.
- Las actividades e inversiones programadas.
- Los distintos análisis técnicos económicos.
- La tecnología utilizada.
- La maximización del valor de los hidrocarburos.
- Los indicadores de desempeño.
- La incorporación de las reservas.
- El uso eficiente del área.

Una vez que el procedimiento de evaluación concluye y la propuesta es aceptada, la CNH debe emitir un dictamen donde se especifica con detalle la opinión técnica de la información entregada por el operador. Para que el plan sea aprobado, el dictamen debe contar con el voto a favor de la mayoría de los comisionados pertenecientes al *órgano de gobierno* de la CNH (Artículo 42).

Después que se apruebe el plan de exploración, el operador petrolero adquiere las siguientes obligaciones:

- Debe entregar informes mensuales y anuales de las actividades exploratorias realizadas, siempre en base a las guías y regulación correspondientes.
- Debe facilitar en todo momento acciones que favorecen la supervisión que la CNH considere necesarias para verificar el cumplimiento de los planes exploratorios.
- Debe declarar el nivel de comercialidad de los yacimientos descubiertos durante el proceso de exploración o extracción.

- Si durante la etapa de desarrollo, el operador requiere llevar a cabo un proceso de exploración adicional, el operador deberá que incorporar un plan de exploración al plan de desarrollo.
- Debe atender las recomendaciones y observaciones que la CNH le notifique sobre su propuesta del plan de exploración.

Con los informes entregados por los operadores, la CNH podrá realizar modificaciones a los planes exploratorios si lo considera necesario, siempre y cuando se notifique oportunamente al operador petrolero.

Para los planes exploratorios aprobados, se emite una resolución final en el registro público en la página de internet de la CNH y demás medios oficiales, respetando la información que el operador y la CNH acuerden como confidencial (Artículo 43).

Las infracciones de estos lineamientos serán sancionadas de acuerdo con los principios y bases establecidas en la Ley de Hidrocarburos y a la asignación o contrato para la exploración de hidrocarburos que corresponda.

#### **4.2. Disposición para la autorización de reconocimiento y exploración superficial (ARES).**

Los lineamientos *“Disposiciones administrativas de carácter general en materia de autorizaciones para el reconocimiento y exploración superficial”* fueron publicados en el DOF el 26 de enero de 2015 por la CNH, y se modificaron parcialmente en tres distintas ocasiones; la primera en abril del 2015, la segunda en agosto de 2017 y la última en mayo de 2018.

Este lineamiento regula el procedimiento y ejecución de las autorizaciones de reconocimiento y exploración superficial, abreviadas como *“ARES”*, que comprenden los estudios para la evaluación y toma de muestras sobre la superficie terrestre, del mar o del fondo marino con el objetivo de localizar la posible existencia de hidrocarburos en el subsuelo; dichos estudios de exploración se refieren principalmente a la adquisición o reprocesamiento de sísmica en 2D y 3D.

Estos estudios son el principal insumo para identificar las posibles áreas que integrarán las rondas de licitación de contratos de exploración y extracción de

hidrocarburos (CNH, 2017), y pueden ser llevados a cabo por los siguientes interesados:

- Asignatarios.
- Contratistas.
- Particulares.

Los particulares son personas físicas o morales, que pretenden realizar actividades de exploración y reconocimiento superficial de hidrocarburos, por ejemplo, empresas petroleras, instituciones académicas o centros de investigación.

El lineamiento indica que los interesados mencionados, deberán estar incorporados al “padrón” de ARES y tener la autorización correspondiente por parte de la CNH, para poder dar inicio a las actividades de exploración y reconocimiento superficial.

#### 4.2.1. Padrón de ARES

El padrón de ARES es un documento público administrado por la CNH que contiene la información técnica y la experiencia laboral de todos los asignatarios, contratistas y particulares con derecho a ejercer actividades de exploración y reconocimiento superficial; dicho padrón sirve para que la CNH tenga un control y supervise la ejecución de estas actividades.

Para pertenecer a este padrón, los interesados deben ser evaluados y aceptados por la CNH con base en el desempeño y experiencia que hayan adquirido los interesados en proyectos donde realizaron el procesamiento, interpretación y reprocesamiento de datos exploratorios superficiales.

Los parámetros considerados por la CNH para que un particular forme parte del padrón son:

- Años y tipo de experiencia de la empresa y la de sus empleados.
- Capacidad laboral.
- Características geológicas de proyectos pasados.
- Métodos de adquisición de datos de campo.
- Tecnologías utilizadas.
- Equipos y herramientas utilizadas.
- Formato *ARES-A* (disponible en la página oficial de la CNH).

La actualización de la información laboral de los miembros se realiza de forma anual y, en cada ocasión que los miembros del padrón soliciten la autorización para realizar actividades de exploración y reconocimiento superficial, para enriquecer y mantener actualizada la información obtenida del padrón.

En el caso que la CNH rechace la solicitud para ingresar al padrón, el interesado podrá volver a realizar una nueva solicitud mejorando el contenido de su petición.

#### 4.2.2. Modalidades de ARES

Los interesados en llevar a cabo actividades de exploración superficial y que pertenezcan al padrón de ARES, podrán elegir una de las siguientes tres modalidades para llevar a cabo estas actividades (Artículo 15):

I. *Adquisición de datos de campo.*

Para autorizar la obtención los datos de campo, procesar e interpretar los mismos de manera independiente.

II. *No incluye la adquisición de datos de campo.*

Para autorizar el procesamiento, reprocesamiento e interpretación de datos preexistentes (ajenos al Centro Nacional de Información de Hidrocarburos) y sin la necesidad de tomar muestras de campo.

III. *No incluye la adquisición de datos de campo y que consiste en el procesamiento, reprocesamiento y/o interpretación de información de pozos, previamente adquirida.*

Sin importar la modalidad, toda la información obtenida de estas actividades formará parte del acervo nacional que tendrá a su resguardo el Centro Nacional de Información de Hidrocarburos (CNIH).

#### 4.2.3. Autorización de ARES

Los interesados que soliciten la autorización, deberán entregar a la CNH la documentación correspondiente, por lo que debe de estar de acuerdo a la modalidad de las ARES que deseen utilizar.

Los particulares deberán atender las indicaciones del formato *ARES-B*, el cual se encuentra disponible en la página oficial de la CNH.

Los asignatarios y contratistas deberán emitir un aviso a la CNH de inicio de actividades relacionadas a las ARES, con las especificaciones del formato *ARES-B AV*, y las actividades que podrán ser realizadas dentro del área contractual de la cual son titulares.

La autorización favorable a los proyectos de exploración de reconocimiento superficial dependerá de que los solicitantes demuestren y corroboren en su documentación, lo que establecen los lineamientos. Adicionalmente se debe considerar lo siguiente:

- La incentivación del desarrollo de conocimiento del potencial petrolero del país.
- La utilización de tecnologías adecuadas.
- El cumplimiento con los estándares de las mejores prácticas en la industria
- La descripción de los objetivos geológicos y alcances del proyecto de manera adecuada en un cronograma de trabajo.
- Tener altos estándares de calidad.

En caso de obtener la autorización de las ARES, las empresas autorizadas podrán comercializar la información de forma exclusiva por un periodo de 12 años en la modalidad que incluye la adquisición de datos y 6 años en la modalidad que no incluye la adquisición de datos (CNH, 2017).

Esta autorización incluye el nombre del titular, la modalidad, la fecha de expedición, vigencia, y las condiciones y obligaciones a las que está sujeto el autorizado, solo se podrá modificar por:

- *Transferencia de autorización.*

Cuando el autorizado permita asumir a otro las obligaciones y condiciones de las cuales dispone.

- *Adecuaciones al proyecto.*

Cuando el autorizado ajuste el cronograma laboral por cambios a las actividades mayores al 30% a los establecidos en el cronograma.

Aún con la autorización de la CNH, para llevar a cabo las ARES, los autorizados deberán obtener de manera independiente, los permisos de otras autoridades

competentes que afecten o estén involucradas en el proyecto exploratorio y de reconocimiento (artículo 4).

Al igual que en la inscripción al padrón, en caso de que la CNH rechace la solicitud de las ARES, el interesado podrá volver a realizar una nueva solicitud con mayor fundamentación.

#### 4.2.4. Reportes de ARES

Una vez iniciadas las actividades de la exploración y evaluación superficial, los autorizados deberán entregar reportes trimestrales a la CNH, describiendo detalladamente el progreso del cronograma programado.

Al concluir el periodo establecido para la ejecución de las actividades, el autorizado deberá entregar al CNIH la totalidad de los datos de campo georreferenciados, así como la bitácora de las actividades realizadas.

En caso de que se detecten emanaciones de hidrocarburos, ocurran siniestros o contingencias graves, los autorizados deberán notificar a la CNH dentro de las seis horas siguientes a lo ocurrido.

Las infracciones a estos lineamientos serán sancionadas de conformidad con la Ley de Hidrocarburos y el procedimiento establecido en su reglamento.

### **4.3. Lineamiento de perforación de pozos**

Este lineamiento fue publicado en el DOF por la CNH en octubre de 2016, y se reformó parcialmente por única ocasión en noviembre de 2017.

Establece los requisitos y procedimientos de carácter técnico y administrativo para la autorización y ejecución de actividades de perforación de pozos, las cuales solo podrán ser realizadas por:

- *Operadores petroleros* (asignatarios y contratistas con el mayor porcentaje de participación de un área contractual).
- *Terceros independientes* (empresas contratadas para auxiliar en procesos de certificación del diseño de la perforación de un pozo).

Los pozos que se pueden perforar son los siguientes:

- Exploratorios
- En aguas profundas y ultra profundas
- Tipo, que corresponde a los utilizados como base en el diseño de pozos de desarrollo para yacimientos no convencionales.

Cada pozo debe estar descrito con detalle y considerado por los operadores petroleros en los planes o programas aprobados por la CNH, sin embargo, si no están considerados se deberá realizar una modificación a los planes o programas.

En apoyo al proceso de autorización y seguimiento de las actividades de perforación, la CNH dispone de cuatro anexos para este lineamiento, los cuales deberán servir como guía a los operadores petroleros para iniciar el procedimiento de aprobación; también sirven como apoyo durante el seguimiento de sus actividades.

- Anexo I - *Glosario de términos*. Expone la nomenclatura y terminología mencionada en los lineamientos.

- Anexo II - *Referencias normativas*. Señala las mejores prácticas mínimas que los operadores petroleros deben cumplir en la ejecución de las actividades de perforación. Este anexo es la única guía donde se exponen explícitamente las mejores prácticas de la industria que los operadores petroleros deben seguir y cumplir.

- Anexo III - *Guía para llevar a cabo el registro de la identificación y la clasificación de pozos y yacimientos relacionados con las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en México*. Como su nombre lo indica, en este anexo se describe el nivel mínimo de detalle que los operadores petroleros deberán entregar a la CNH para la identificación y clasificación del pozo y del yacimiento.

- Anexo V - *Guía para realizar actividades de seguimiento de la integridad de pozos*. Señala cuales son los elementos técnicos, procedimientos y requerimientos básicos que el operador petrolero debe observar y acreditar para cumplir con la autorización requerida para realizar las actividades de supervisión durante la perforación.

El procedimiento general para llevarse a cabo el lineamiento, considera que el operador deberá hacer una petición a la CNH para poder realizar actividades de perforación. Por su parte, la CNH revisará que la petición cumpla con los requisitos



establecidos en los anexos correspondientes y emitirá la autorización si se cumple con lo establecido en el lineamiento. Una vez recibida la autorización, el operador podrá iniciar la perforación, y posteriormente entregar informes a la CNH, describiendo con detalle cada una de las actividades y metodología utilizada.

Al terminar las actividades de perforación, el operador enviará un informe final a la CNH donde reportará los resultados técnicos obtenidos y entregará la información obtenida durante todo el proceso de exploración al CNIH.

#### 4.3.1. Autorización de perforación.

La petición que el operador envía a la CNH para iniciar con las actividades de perforación debe incluir, según el artículo 32 lo siguiente:

- El diseño técnico del pozo.
- Las metodologías de perforación, considerando elementos geológicos del proyecto.
- El compromiso de la preservación integral del pozo durante su ciclo de vida.
- La tecnología considerada como adecuada para la perforación del pozo.
- El cumplimiento de las demás disposiciones asociadas.

Con base en los puntos anteriores, la CNH puede emitir la resolución de la autorización de la perforación, la que debe contener (artículo 34):

- Los términos y condiciones de la autorización
- La clasificación y descripción general de los pozos
- Las mejores prácticas que se deben utilizar

Una vez emitida la autorización, el operador podrá iniciar sus actividades de perforación, en el entendido que además cuenta con el permiso y autorización de otras instituciones competentes. Es importante señalar que la CNH y el operador petrolero podrán realizar modificaciones a las autorizaciones, debido a cambios en el diseño o por contratiempos que ocurren durante la perforación.

Durante este proceso debe existir una estrecha cooperación entre la CNH y el operador para que estas modificaciones no afecten en medida de lo posible, al cronograma establecido de perforación y para que se realicen las mejores prácticas de la industria en todo momento (artículos 7, 38, y 40; y anexo II)

#### 4.3.2. Responsabilidades del operador petrolero.

Una vez iniciada la perforación, el operador debe cumplir con los siguientes rubros en todas las actividades relacionadas con la perforación de pozos nuevos y de los preexistentes que se especifiquen en el área contractual:

- Reparar y responsabilizarse de los daños que resulten de la perforación (artículo 8).
- Contar con el personal capacitado técnicamente para la realización de las actividades de diseño y perforación.
- Ejercer las mejores prácticas de la industria para la perforación de pozos. Como mínimo las consideradas en el anexo II del lineamiento (Artículo 9).
- Proponer a la CNH, prácticas o estándares equivalentes o superiores a las señaladas en este anexo II (Artículo 9).
- Proponer si es necesario un tercero independiente para aportar elementos técnicos diferentes o adicionales, cuando la CNH tenga diferentes opiniones técnicas en la ejecución de las actividades.
- Avisar a la CNH en caso de incidentes, accidentes o descubrimientos.

Finalmente, al término de las actividades de perforación el operador deberá entregar a la CNH un informe de los resultados de las actividades de construcción de los pozos de exploración con los siguientes puntos (artículos 10, 17, 18 y 24):

- Resultados de la evaluación (datos geológicos, geofísicos y petrofísicos).
- Clasificación final del pozo de acuerdo con los resultados obtenidos.
- Columna geológica.
- Profundidad total del pozo y de los objetivos geológicos.
- Descripción de registros geofísicos y contenido de hidrocarburos.
- Núcleos y muestras tomadas.
- Trayectoria direccional final.
- Calidad y flujo de hidrocarburos.
- Resultados volumétricos finales.
- Conclusiones y lecciones aprendidas del análisis de los cambios o desviaciones del programa de perforación.
- Un documento escrito de manera libre donde se describan los resultados del abandono de pozos.

### 4.3.3. Clasificación de pozos exploratorios

Para homogenizar la nomenclatura en todos los proyectos petroleros, la CNH dispone de la siguiente clasificación de pozos exploratorios, mismo que los operadores deben de utilizar como referencia para describir sus actividades en los planes de exploración, también para elaborar los programas y reportes que entreguen a la CNH. Esta clasificación está referida a los anexos I y III de los lineamientos de perforación, que comprenden cuatro tipos de pozos:

- *Pozo de sondeo stratigráfico.* Tiene el objetivo conocer las formaciones geológicas (columna stratigráfica) para obtener información relacionada con los espesores. Conocer las características litológicas y petrofísicas, así como comprobar o no la existencia del sistema petrolero (Anexo I).
- *Pozo delimitador.* Pozo exploratorio que se perfora dentro de lo que se considera el límite de cada yacimiento con el objetivo de delimitar horizontal y verticalmente el yacimiento; también sirve para confirmar la distribución de la roca almacenadora por cambio de facies, y adquirir información que permita actualizar el modelo geológico, reduciendo la incertidumbre, reclasificar y actualizar las reservas, evaluar la rentabilidad y programar la estrategia de desarrollo (Anexo I).
- *Pozo de avanzada.* Aquel que se perfora fuera de los límites conocidos del campo, usando información adicional o nueva de estudios geológicos, geofísicos, integrales o de pozos perforados dentro del área productora, cuyo objetivo es conocer la extensión y continuidad del yacimiento o de un nuevo campo (Anexo I).
- *Pozos exploratorios para evaluación.* Se refiere a pozos de carácter exploratorio en un nuevo yacimiento, pozos evaluadores de un yacimiento más profundo y pozos evaluadores de un yacimiento menos profundo (Anexo III).

Los resultados posibles que proporciona un pozo exploratorio son:

- Recolección y aprovechamiento de nueva información.
- Descubrimiento de aceite, gas seco, gas húmedo, y/o gas condensado.
- Probable extensión del yacimiento en desarrollo.
- Que resulte no exitoso.
- Presencia de un posible accidente mecánico.

La clasificación y el resultado obtenido de la perforación de estos pozos debe ser detallada tomando como base lo que se especifica en el anexo III.

#### **4.4. Lineamiento para la cuantificación y certificación de reservas**

El “*lineamiento que regula el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación*” fue promulgado en el diario oficial de la federación (DOF) por la CNH el 20 de diciembre de 2017, y reemplaza a los “*lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación y el informe de los recursos contingentes relacionados*” y sus anexos, que también promulgó la CNH, mismos que se publicaron en el DOF en 2015.

Este lineamiento tiene como objetivo establecer el procedimiento, metodología, condiciones, y criterios aplicables a la cuantificación y certificación de reservas, que llevan a cabo los operadores petroleros y los terceros independientes.

El lineamiento establece que los operadores cuantifiquen y los terceros independientes certifiquen, de manera autónoma, las reservas de hidrocarburos del área contractual que el operador tiene como titular conforme a la metodología PRMS.

Los resultados que los operadores petroleros y terceros independientes obtengan serán evaluados y comparados por la CNH.

Si los resultados son iguales o el porcentaje de diferencia es mínimo, se considera que los operadores han cumplido con su obligación anual de cuantificación y certificación de las reservas. Los datos obtenidos serán publicados y utilizados por la CNH y el CNIH en estadísticas nacionales referentes a la cuantificación de las reservas y la planeación de licitaciones.

Para facilitar este procedimiento, el lineamiento cuenta con tres anexos que sirven de apoyo a los operadores petroleros y los terceros independientes para que realicen la correcta entrega de la información a la CNH; estos anexos son:

- *Anexo I - Reporte del operador petrolero.* Detalla la información referente al plan de desarrollo correspondiente a cada área contractual de las que el operador es titular, y lo que se toma como base para el procesamiento administrativo de la cuantificación de las reservas.

- *Anexo II - Información que entregarán los operadores petroleros a la comisión, para el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación.*
- *Anexo III - Información que los operadores petroleros entregarán a la comisión correspondiente a los terceros independientes en materia de certificación de reservas de la nación.*

Aunque la mayor parte del contenido de este lineamiento está enfocado en la etapa de desarrollo de un proyecto petrolero, la cuantificación y certificación de las reservas consiste en una labor exploratoria de evaluación. En este trabajo solo se revisará el contenido relevante a las actividades de evaluación.

#### 4.4.1. Padrón para terceros independientes

Para que un tercero independiente pueda realizar actividades de certificación de las reservas, deberá formar parte del padrón de terceros independientes que administra la CNH. Únicamente los miembros de este padrón podrán ser contratados por operadores petroleros para la certificación de las reservas (artículo 30).

La inscripción al padrón podrá renovarse cada tres años, y poder realizarse en cualquier momento siempre que el tercero independiente cuente con las siguientes disposiciones técnicas (artículo 33 y 32):

- Experiencia mínima de diez años a nivel nacional o internacional en actividades de clasificación, análisis, estimación, evaluación y certificación de reservas, o en su caso, los currículos y certificados vigentes del personal capacitado con el que cuenta para llevar a cabo estas actividades.
- Personal o especialistas en la aplicación del PRMS y con experiencia en materia geología, geofísica, ingeniería de yacimientos, producción, evaluación económica y auditoría de reservas.
- Capacidad técnica, operativa y de personal para realizar los trabajos de clasificación, análisis, estimación, evaluación y certificación de las reservas.

#### 4.4.2. Comparación y entrega de la información

La información mínima que los operadores petroleros y terceros independientes deberán entregar a la CNH debe contener lo siguiente:

- La evaluación y cuantificación de las reservas:
  - Reservas probables.
  - Reservas posibles.
  - Reservas probadas desarrolladas (PD)
  - Reservas probadas desarrolladas produciendo (PDP)
  - Reservas probadas desarrolladas no produciendo (PDNP)
  - Reservas probadas no desarrolladas (PND)
  - Reservas 1P, 2P y 3P

La evaluación se debe de realizar para cada área de asignación o contractual, por cuenca, campo, yacimiento, tipo de fluido, clasificación API, por pozo.

- Una tabla comparativa de la cuantificación de las reservas 1P, 2P Y 3P de los campos asociados al área contractual.
- Los volúmenes brutos de reservas (recursos)
- La evaluación y cuantificación de las reservas por campo.
- El perfil de producción histórico por pozo y campo, así como los pronósticos de producción asociados a las reservas.
- La ubicación de los pozos en los campos a los cuales están referidos los valores de reservas que se reportan.
- La determinación de los indicadores económicos que necesita la metodología PRMS, que deberán ser presentados a nivel campo en las categorías PDP, PD, 1P, 2P y 3P.

Con base en esta información que proporcionan los operadores y los terceros independientes, la CNH podrá verificar y comparar, utilizando la metodología PRMS, las estimaciones y reportes entregados.

Si existieran diferencias significativas entre estas fuentes de información, la CNH utilizara criterios técnicos pertinentes y convocará audiencias entre los operadores y terceros independientes para esclarecer y determinar cuáles son los resultados fidedignos de las reservas en el área contractual evaluada.

#### 4.4.3. Obligaciones del operador petrolero y terceros independientes

Los operadores petroleros y terceros independientes tienen las siguientes obligaciones (artículo 20):

- Permitir el acceso de la CNH a sus sistemas de información, memorias de cálculo, reportes o cualquier otra documentación referente a la evaluación, cuantificación o certificación de las reservas incluyendo estimaciones y reportes de cinco años anteriores.
- Participar en audiencias o reuniones de trabajo.
- Utilizar la metodología PRMS de la SPE, para la certificación o cuantificación de las reservas.

Los operadores petroleros que cuenten con un plan de extracción aprobado por la CNH deberán someterse al procedimiento anual de cuantificación y certificación de las reservas durante el mes de julio de cada año, por lo que están obligados a seleccionar y contratar a un tercero independiente para realizar la certificación de las reservas, de las áreas contractuales de la cual es titular (artículo 37). Este tercero independiente no podrá ser contratado por dos ciclos de certificación seguidos.

Una vez aceptados en el padrón y ser contratados por los operadores, los terceros independientes tendrán entre sus obligaciones los siguientes aspectos (artículos 40 y 41):

- Atender las notificaciones, requerimientos, audiencias y reuniones relativos a los reportes y certificaciones de las reservas que la CNH establece.
- Guardar la confidencialidad de toda la información que éstos obtengan o generen durante y después de la realización de los estudios y reportes de certificación de reservas, además de no transferir información a personas ajenas al operador petrolero o ajenas a la CNH.

Por su parte, la CNH clasificará la información recibida como reservada o confidencial de acuerdo a lo establecido en la regulación vigente. Además, atenderá las inconsistencias o dudas relacionadas al procedimiento de certificación, prevendrá a los operadores petroleros y terceros independientes de inconsistencias en su metodología de trabajo y lo referente a la entrega de resultados (artículo 8).

El procedimiento anual de cuantificación y certificación concluirá con la resolución definitiva de las cifras nacionales de reservas emitidas por la CNH (artículo 6).





## 5. Análisis comparativo de la regulación y mejores prácticas en materia de geología.

La industria petrolera en el mundo es una de las más importantes por el potencial económico que representa además de que es la principal fuente de energía y la que provee de materia fundamental para la industria, por lo que realizar un proyecto de exploración de hidrocarburos convencionales y no convencionales es primordial para que las naciones puedan gozar o padecer de una estabilidad energética y/o económica. Para mejorar los resultados, se debe de contar con regulaciones generales y específicas que están relacionados con las mejores prácticas profesionales.

La regulación que existe en México en materia de hidrocarburos, es el resultado de estudios comparativos de diferentes regulaciones que han tenido éxito a nivel mundial. Actualmente, existen varios países que permiten a empresas privadas la exploración y producción de hidrocarburos, a través de concesiones, licencias o contratos, y que además han obtenido beneficios económicos y de desarrollo tecnológico de esta forma.

En este capítulo se revisará los aspectos más importantes de la regulación de Reino Unido, Noruega y Estados Unidos, naciones que han demostrado económica, jurídica, ambiental, y tecnológicamente su capacidad de establecer las “reglas” y la “forma” en que las empresas petroleras deben realizar actividades de exploración y producción, para que tanto el país como las empresas crezcan en esta industria.

Es importante mencionar que las cuestiones históricas, culturales, tecnológicas y geológicas con las que cuentan estas naciones fueron y son factores fundamentales por los que tienen éxito de ahora.

### 5.1. Reino Unido

El Reino Unido (UK por sus siglas en inglés) es un Estado Unitario comprendido por cuatro naciones constitutivas (Figura 5.3): Escocia, Gales, Inglaterra e Irlanda del Norte (ONS, 2002). Es una monarquía parlamentaria, por lo que actualmente la Reina Isabel II ejerce la función de jefe de Estado, pero se encuentra bajo el control del poder legislativo (parlamento) y del poder ejecutivo (gobierno).

La industria petrolera de Reino Unido tiene aproximadamente 40 años de experiencia en la exploración y producción de hidrocarburos, intervalo de tiempo que transcurre desde que se descubrió gas en el Mar del Norte, hasta la producción reciente de yacimientos de hidrocarburos en aguas profundas al oeste de las islas Shetland. Su alto desempeño en la industria petrolera ha sido un modelo en la cadena de valor de cualquier proyecto petrolero (UK Trade & Investment, 2008).

El modelo con el que trabaja esta nación para aprovechar sus recursos petroleros, es a través otorgar licencias de exploración y producción a empresas petroleras privadas que resultan ganadores de un proceso de licitación. Las áreas que se licitan, son propuestas de acuerdo a potencial petrolero estudiado por los órganos reguladores de UK y la información que permite esta cuantificación del potencial petrolero se obtiene por medio de contratos exploratorios que también licitan los órganos reguladores.

La Autoridad de Petróleo y Gas (OGA por sus siglas en inglés), es el órgano de gobierno que se encarga de regular, influenciar y promover la industria del petróleo y gas del UK para así maximizar la recuperación económica de los recursos petroleros. Se formó en abril de 2015, como una autoridad independiente y en octubre de 2016, se estableció formalmente como un órgano regulador totalmente independiente de la propiedad del gobierno (OGA, 2016).

Las licitaciones que la OGA realiza son llevadas a cabo en Rondas, y se clasifican dependiendo si las actividades se realizan en superficie o en mar abierto; o si se planea realizar actividades de exploración o de producción (que cubren tanto la exploración como la producción). Los ganadores de la licitación se suscriben a un contrato, que obliga al o los operadores a obedecer las condiciones de la licitación en la que participaron (OGA, 2016).

La licencia o licitación puede otorgarse a una sola compañía o a varias en modalidad de consorcio. En este caso, todas las compañías comparten las obligaciones y responsabilidades que surjan de sus actividades.

#### 5.1.1. Licencia de exploración

Para las licitaciones de exploración, se permite que diferentes empresas trabajen en la misma área, ya que estas no se consideran exclusivas. Además, que las empresas

pueden solicitar en cualquier momento una nueva licencia de exploración (o una extensión de la misma).

Las empresas pueden solicitar este tipo de licencia a la OGA si desean llevar únicamente a cabo actividades de exploración sin producción. Este tipo de licencia permite que los datos recabados por las empresas exploradoras puedan venderse a otras empresas interesadas (OGA, 2018).

Las licencias de exploración en mar abierto incluyen la toma de núcleos de hasta 350 m, que las empresas lo pueden solicitar para el estudio del sistema petrolero, estudios de almacenamiento de gas, estudios de captura de carbono, o cualquier combinación de ellos. Para la exploración en superficie, se pueden otorgan licencias para los mismos estudios que contempla la exploración mar abierto pero sin el muestreo de núcleos.

Ya sea en superficie o en mar abierto, las empresas exploratorias deben cumplir la regulación aplicable de otras empresas gubernamentales. Al término de sus actividades, según corresponda, las empresas que realizan exploración deberán entregar la información recabada a la OGA.

### 5.1.2. Estrategia de exploración

Para incentivar las actividades de exploración y obtener los mejores resultados en las actividades de producción de hidrocarburos, la OGA (2016) publicó su “Estrategia de Exploración”, que incluye las siguientes prácticas que los operadores y los órganos reguladores deberán considerar:

- Elaborar un plan de exploración, donde trabajen en conjunto organismos gubernamentales y los operadores.
- Realizar y cumplir con las metas de los programas de trabajo.
- Promover e incentivar la exploración en áreas fronterizas y yacimientos maduros, así como apoyar a las instituciones especializadas en geociencias que residen en UK.
- mejorar la comprensión geológica de las áreas fronterizas y de yacimientos maduros, incentivando estudios regionales donde exista una colaboración entre las empresas petroleras e institutos de investigación.
- Elaborar mapas geológicos de alta calidad tipo “fairway”, que sean compatibles con mapas de países vecinos.

- Realizar evaluaciones técnicas previas a la perforación.
- Realizar estudios prospectivos regionales y análisis “Yet-to-Find” previos a la perforación.

## 5.2. Noruega

El Reino de Noruega o simplemente Noruega, limita al norte con el Mar de Barents, al noreste con Rusia y Finlandia, al este con Suecia, al sur con el Estrecho Marino Skagerrak y al oeste con el Océano Atlántico. Inicio su industria petrolera en los años 60 del siglo pasado y hoy en día es considerada como una de las naciones líderes en la exploración y producción de hidrocarburos.

Noruega es el país con el mayor índice de desarrollo humano en el mundo (PNUD, 2010), cuenta con una de las reservas de hidrocarburos más grandes de Europa occidental, siendo el tercer exportador de petróleo del mundo y el sector energético, representa el 25% de su PIB. Además, posee otros recursos como energía hidroeléctrica y gas natural; también elabora y exporta barcos, plataformas y oleoductos petroleros a todo el mundo. Cuenta con dos refinerías y es el segundo productor más importante de gas natural a Europa, después de Rusia (REPSOL, 2018).

La forma de gobierno en Noruega es la monarquía constitucional, que consta de tres poderes: el parlamento (Storting), el poder ejecutivo y el poder judicial.

El éxito de Noruega en la industria petrolera es gracias al modelo económico que implementaron desde sus inicios, el cual consiste en la licitación de áreas de su territorio a empresas operadoras interesadas (Romo-Rico, 2013).

En 1965, Noruega realizó sus primeras 22 licitaciones, en ellas se otorgaron licencias a distintas empresas petroleras de exploración y producción de hidrocarburos, obteniendo de esta forma los primeros ingresos que le permitieron fortalecer las bases de su industria petrolera. Las licencias incluían derechos para realizar estudios sísmicos, pero no para perforar.

Sin embargo es hasta 1972 (7 años después de sus primeras licitaciones), que Noruega funda Equinor (antes llamada Statoil), empresa paraestatal noruega en donde el Estado Noruego tiene una participación aproximada del 60%, y que apoyo con el otorgamiento de licencias de exploración y producción directas, para que

Equinor aprendiera, creciera y adquiriera la experiencia necesaria para competir con las empresas privadas de renombre.

Equinor actualmente es la compañía *offshore* más grande del mundo, tiene cedes en más de 20 países, es la mayor empresa petrolera en cuanto a exploración y explotación de crudo en aguas profundas, y está a cargo de una extensa red de oleoductos y medios de transporte de hidrocarburos que suministran su demanda en Europa continental, Asia y Norteamérica. Genera ingresos fiscales que representan alrededor de 10% del PIB de Noruega.

### 5.2.1. Regulación de hidrocarburos en Noruega

El éxito de la estrategia noruega que regula la industria petrolera para la exploración y producción, consiste en modelo de licencias entregadas en Rondas de licitación, la transparencia, rendición de cuentas y eliminación de la corrupción. La apuesta que tenía Noruega en los años 60's del siglo pasado de incursionar en un mercado "nuevo" para ellos de manera lenta y segura, dio sus frutos tras los primeros años de aprendizaje.

El equilibrio de los 3 poderes gubernamentales de Noruega, le permite obtener un acuerdo político y social para establecer políticas públicas a largo plazo, lo cual se ve reflejado en el cumplimiento y seguimiento de las licencias para exploración y producción de hidrocarburos (Romo-Rico, 2013).

Las figuras y las funciones más importantes que regulan las etapas de exploración y producción en noruega son las siguientes:

- El parlamento: Determina las actividades a seguir por las actividades de exploración y producción y verifica las políticas que el gobierno establece.
- El ministerio de petróleo y energía se encarga de regular y supervisar el uso de los recursos petroleros y concede las licencias o contratos de exploración.
- El Directorado Noruego del Petróleo (NPD), por sus siglas en noruego), creado en 1972, es un órgano administrativo y consejero especializado para el gobierno, que entrega reportes al ministerio de las actividades de exploración y producción, buscando siempre maximizar los valores de su labor en apoyo a la sociedad.
- El Rey por su parte, es el único que puede ordenar la administración de los recursos petroleros.

Las agencias de estado como el NPD, son los responsables de la administración en la industria petrolera en Noruega, emiten la mayoría de la regulación del sector

petrolero y tienen una relación directa con las empresas operadoras. El sistema noruego obliga a las empresas a solicitar permisos y licencias estatales en cada fase de sus actividades, desde la exploración de una zona hasta el desmantelamiento de un campo petrolero (Proceso, 2018)

A diferencia de varios modelos para la industria petrolera, Noruega cuenta con los siguientes instrumentos que ayudan a su industria:

- *Fondo del petróleo.* El cual fue diseñado para asegurar que los ingresos petroleros sean usados en beneficio de la población y fue implementaron en 1990 (NPD, 2011). Este fondo se obtiene de un porcentaje del cobro de regalías, impuestos y dividendos de las licitaciones de las empresas petroleras.
- *Sistema de exploración y acceso a datos sísmicos e información de pozos.* Un sistema en donde empresas petroleras pueden pagar para tener acceso a la información.
- *Organismo nacional de financiamiento de investigación* (RCN por sus siglas en noruego). El cual es asesor del gobierno en materia de política de investigación, brindando apoyos a la investigación por de universidades noruegas; lo que ha sido fundamental en el desempeño internacional del sector petrolero Noruego.

### 5.2.2. Regulación de la etapa de exploración en Noruega

El principal organismo encargado de supervisar y elaborar la regulación correspondiente es el DNP, organismo que guía y supervisa a los operadores desde etapas anteriores a la exploración y realiza una evaluación de toda la cadena de valor que el proyecto petrolero realice. Para la etapa de exploración, el DNP debe atender las tareas indicadas en la Figura 5.1.

Tareas del DNP	
Etapa pre-exploratoria	Etapa exploratoria
<p><b>Adquisición de información</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Concesión de permisos de reconocimiento geofísico.</li> <li>-Adquisición de datos de perforación sísmica y superficial.</li> <li>-Asesoría al MPE sobre nuevas áreas.</li> <li>-Análisis preliminar sobre los posibles impactos de las actividades petroleras.</li> </ul> <p><b>Evaluación de las áreas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mapeo y evaluación de los bloques antes de recibir las solicitudes.</li> <li>-Evaluación de las solicitudes y asesoramiento al MPE sobre geología, tecnología y medio ambiente.</li> <li>-Evaluación de las empresas y asesoramiento al MPE.</li> <li>-Participar en las negociaciones con las partes sociales y asesoramiento al MPE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Administración de las licencias.</li> <li>-Evaluación y pre-calificación de empresas petroleras que solicitan licencias.</li> <li>-Participar como observador en los Comités de cada licencia</li> <li>-Aprobación de los trabajos de perforación y muestreo.</li> <li>-Muestreo de sitios y gas superficial.</li> <li>-Revisión del programa de perforación.</li> <li>-Nombre y número de cada pozo perforado.</li> <li>-Supervisión diaria de los trabajos de perforación (geología y registros).</li> <li>-Pruebas de formaciones y recolección de los datos.</li> <li>-Revisión del reporte final de los pozos.</li> <li>-Extensión del período de vigencia de una licencia (consejo al MPE).</li> <li>-Aprobaciones y modificaciones al plan de trabajo.</li> <li>-Abandono o renuncia de áreas.</li> </ul>

Figura 5.1. Tareas de Directorio Noruego del Petróleo (DNP) (Modificado de Estrada-Estrada, 2006).

Uno de las principales tareas del DNP es la administración de los recursos petroleros. Esto lo hace ejerciendo el control sobre los procesos reglamentarios establecidos para explorar y producir los hidrocarburos. El DNP realiza la evaluación global de cada eslabón en la cadena de valor, desde la exploración hasta la producción.

### 5.3. Estados Unidos de América

Durante gran parte de los siglos XIX y XX, Estados Unidos de América (EUA) fue uno de los mayores productores de petróleo del mundo, siendo una de las naciones líderes en la exploración y producción de hidrocarburos por medio de empresas privadas. Debido a que en los últimos años implemento el fracturamiento hidráulico para aprovechar recursos no convencionales en yacimientos de gas y aceite en

lutitas, EUA aumento sus reservas de gas natural en un 105% y de aceite un 35% entre 2005 y 2013, posicionándolo como líder en la producción de gas natural (Tirado-Sánchez, 2018). Además, es la nación de donde provienen algunas de las mayores empresas petroleras del mundo como ExxonMobil, Halliburton y Mobil.

El éxito que ha tenido esta nación por yacimientos dentro de su territorio, es debido a la compleja regulación en materia de hidrocarburos que maneja. Esta regulación es controlada y supervisada por diferentes dependencias gubernamentales que se encargan de aspectos diferentes en la cadena de valor de un proyecto petrolero, así como sus consecuencias sociales, ambientales y económicas.

### 5.3.1. Regulación en materia de hidrocarburos en Estados Unidos.

EUA está constituido por una república federal constitucional, la cual se basa en la separación de poderes en tres ramas: ejecutivo, legislativo y judicial (Economista, 2016), y posee constituciones para cada uno de los niveles federales y estatales.

La jerarquía legislativa tiene como base los Tratados Internacionales, y al mismo nivel se encuentra la Constitución de EUA, que otorga poderes delegados específicos al gobierno federal. Después de la constitución y los tratados, se encuentran las constituciones de cada uno de los 50 estados que conforman su territorio.

La regulación de EUA permite que aquellas empresas interesadas en realizar actividades de exploración y producción, realicen estas actividades siempre y cuando sean propietarias del terreno, sin la necesidad de participar en algún proceso de licitación.

Aunque cada estado en EUA cuenta con una regulación particular que establece los principios técnicos, de seguridad ambiental y social bajo los cuales las empresas operadoras deben realizar sus actividades, la regulación se vuelve homogénea si hablamos a nivel Federal, donde los siguientes organismos tienen las siguientes funciones:

- Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC). Que tiene jurisdicción sobre los oleoductos interestatales.
- Oficina de Ingresos de Recursos Naturales. Cobra regalías por la producción de petróleo tanto en tierra como en alta mar.
- Oficina de Asuntos Indígenas (BIA). Regula el desarrollo de la tierra de los indios americanos junto con el BLM.

Debido a que en EUA los recursos naturales no pertenecen al estado, sino que son propiedad del dueño del terreno en donde se encuentran, se tienen una regulación



particular para yacimientos terrestres y marinos, las que tiene variaciones muy significativas.

### 5.3.2. Regulación en yacimientos terrestres

Debido a que los derechos de los recursos del subsuelo pertenecen al dueño del terreno (ya sea un particular o una empresa), y estos pueden ser vendidos o transferidos como cualquier bien a otro particular o empresa, esto provoca que exista una gran diferencia en la ejecución de las actividades petrolera y que cada uno de los principales estados productores de petróleo tenga una agencia encargada de regular dichas actividades. Las más importantes se muestran a continuación (James-Pulman, 2018):

- Comisión de Ferrocarriles de Texas.
- División de petróleo, gas y recursos geotérmicos del Departamento de Conservación de California.
- Oficina de Conservación de Louisiana.
- División de petróleo y gas del Departamento de Recursos Naturales de Alaska.

Sin embargo, la Oficina de Administración de Tierras (BLM) regula las actividades de exploración y producción de petróleo en propiedades federales en tierra para todos los estados.

### 5.3.3. Regulación en yacimientos marinos

Para este tipo de yacimientos existen la Oficina de Gestión de Energía Oceánica (BOEM) y la Oficina de Seguridad y Cumplimiento Ambiental (BSEE) las cuales gestionan las actividades de las empresas operadoras en la plataforma continental externa de EUA, tal como se muestra en la Figura 5.2.



Figura 5.2. Área regulada por la BOEM para actividades de exploración y producción (Tomado de BOEM, 2018).

La BOEM es organismo regulador principal para la etapa de exploración, y tiene las siguientes tareas (BOEM, 2018):

- Obtención e interpretación de datos geológicos y geofísicos para determinar si existen condiciones geológicas para recursos energéticos y no energéticos.
- Análisis de datos geológicos y geofísicos para determinar el volumen y la naturaleza de las posibles acumulaciones de hidrocarburos, el volumen de reservas y las características de producción de los campos descubiertos de petróleo y gas.
- Desarrollar y actualizar modelos informáticos para la evaluación del valor económico de los recursos de hidrocarburos.
- Realizar el procesamiento, aprobación y monitoreo de permisos de exploración.
- Proporcionar apoyo técnico a otros gobiernos en temas de adquisición, evaluación y arrendamiento de datos de petróleo y gas como parte del Programa de Actividades Internacionales de la Oficina.

La BOEM atiende los permisos para la etapa pre-exploratoria con el propósito de garantizar que las operaciones de exploración, prospección e investigación científica no intervengan unas con otras y que la información obtenida sea almacenada y procesada para su consulta por operadores e investigadores de actividades futuras, además que permite corroborar la cuantificación de reservas y recursos contingentes de la plataforma continental externa de EUA.

## **6. Propuesta de ejecución de actividades de exploración en yacimientos petroleros en México.**

La propuesta de ejecución de actividades exploratorias que describe este trabajo, está enfocada al estudio del subsuelo en zonas donde se tiene potencial de encontrar yacimientos de gas y/o aceite con aprovechamiento comercial y que además considere la responsabilidad social y ambiental en todas las actividades que se realizan.

Al comparar la regulación y prácticas utilizadas en Estados Unidos, Noruega y Reino Unido, podemos notar diferencias y similitudes significativas con la regulación mexicana y el modelo económico que conlleva. Con base en estas diferencias y considerando los resultados que han tenido las tres naciones indicadas, se proponen las siguientes modificaciones o consideraciones a la regulación mexicana, corresponde a la etapa de exploración de yacimientos petroleros, además de documentar el procedimiento de evaluación de recursos que conlleva.

### **6.1. Transparencia en las actividades de los órganos reguladores.**

Considerando que la SENER, CNH y la CRE, son los principales órganos reguladores de energía en México, se tiene que únicamente la CNH se presenta como una institución transparente en su totalidad, ya que su postura en diferentes plataformas digitales, permite la consulta de información por parte de los interesados y de la población sobre lo más relevante del proceso de licitación de las áreas contractuales y del proceso de seguimiento y supervisión de los contratos asignados a las empresas petroleras. Por su parte, la SENER y la CRE carecen de estas características en materia de transparencia, aunque los resultados y documentos son públicos, no manejan el nivel de transparencia que mantiene la CNH.

La regulación en UK y en algunos estados de EUA, la mayoría de los órganos reguladores en materia de hidrocarburos, están obligados a realizar sus actividades con transparencia durante todo el procedimiento de otorgamiento de los permisos y lo referente al seguimiento de los contratos de exploración y producción. Cada organismo regulador, de manera independiente pone a disposición pública su

ejercicio legal, propiciando la confianza y seguridad de los operadores y de la población en el modelo regulatorio.

## **6.2. Actualización del marco regulatorio.**

La CNH como principal órgano regulador en materia de energía, emite los principales lineamientos para la etapa de exploración; en el documento denominado *“lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación”*, publicados en diciembre de 2017 y que prácticamente derogan parte de los *“lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de reservas de la nación y el informe de los recursos contingentes relacionados”*, que se publicaron en octubre de 2015 (CNH, 2018).

Ambos lineamientos, en esencia son iguales para el proceso de cuantificación y certificación de las reservas, sin embargo, difieren en la entrega del informe de recursos contingentes (RC). Esta diferencia, provoca que únicamente PEMEX sea la empresa petrolera responsable de entregar dicho informe, y exenta a las demás empresas petroleras que realizan actividades exploratorias.

Aunque las empresas petroleras que ejercen actividades de exploración en México entregan su información de RC, recursos prospectivos (RP) y reservas (1P, 2P y 3P), por petición de la CNH, no existe un lineamiento que las obligue. Por lo que se hace la recomendación de modificar los *“lineamientos de cuantificación y certificación de reservas”* para que todas las empresas petroleras que realicen actividades de este tipo entreguen debidamente su información de RC, RP y de las reservas de su área contractual.

Al igual que el lineamiento mencionado, cada parte del marco regulatorio debe de actualizarse conforme la CNH obtenga experiencia de sus funciones como órgano regulador y la participación de empresas petroleras aumente.

## **6.3. Mejor manejo de la transferencia**

La transferencia de tecnología incluye los costos de construcción y operación de centros de investigación y desarrollo relacionados con el sector petrolero dentro del

territorio nacional, el desarrollo de tecnología, así como el financiamiento de nuevas técnicas aplicadas en la industria.

Por su parte, el contenido nacional es el porcentaje que representa el valor en pesos mexicanos de los bienes, servicios, mano de obra, capacitación, transferencia de tecnología e infraestructura física local y regional, del valor total de la inversión que realizan los operadores petroleros (DOF, 2017).

Los operadores petroleros son obligados por los contratos o asignaciones de los que son titulares, a realizar un porcentaje de transferencia de tecnología y también están obligados a declarar un porcentaje de contenido nacional, el cual considera a la transferencia de tecnología como una de sus variables. Provocando de esta manera una inconsistencia legal, que no deja clara la forma en que los operadores petroleros, tendrán que declarar el porcentaje de contenido nacional y de transferencia de tecnología.

La Secretaría de Economía publicó en mayo de 2017 el “Acuerdo por el que se establecen las disposiciones para que los asignatarios, contratistas y permisionarios proporcionen información sobre contenido nacional en las actividades que realicen en la industria de hidrocarburos”, donde se explica la metodología que deben realizar los operadores petroleros para declarar el porcentaje de contenido nacional, sin embargo, no esclarece con claridad los puntos o clasificación de lo que se entiende por transferencia de tecnología.

Los porcentajes de contenido nacional que son obligados a cumplir los operadores petroleros en distintas licitaciones, se indican a continuación en la Figura 7.1.

Porcentaje de contenido nacional						
Ronda	Licitación	Cláusula del contrato	% En etapa de exploración y evaluación	% En etapa de producción		
R1	L1	19.3	13%	25%	a	35%
	L2	18.3	13%	25%	a	35%
	L3	18.3	18.3%	27%	a	38%
	L4	19.3	3 a 8%	4%	a	10%
R2	L1	20.3	15%	26%	a	35%
	L2	19.3	26%	27%	a	35%
	L3	19.3	26%	27%	a	38%
	L4	19.3	3 a 8%	4%	a	10%
R3	L1	19.3	13%	25%	a	35%
	L2	19.3	26%	27%	a	35%
	L3*	19.3	26%	21%	a	35%

Figura 7.1. Porcentajes de contenido nacional por licitación (Tomado de Rondas México, 2018)

Como se aprecia en la Figura 7.1, el porcentaje de contenido nacional deberá alcanzar ser de al menos el 35% para las licitaciones de yacimientos terrestres y 10% para las licitaciones en yacimientos marinos. Es importante señalar que, el porcentaje que se muestra para la etapa de exploración es significativamente menor al porcentaje de la etapa de producción.

Por lo que es recomendable que los órganos reguladores elaboren un documento legal donde se indique con detalle que es la transferencia de tecnología en la etapa de exploración y como se deben vincular las universidades o centros de investigación para que se cumpla con el contenido nacional, y de esta forma se adquieran conocimientos y experiencias útiles a la nación.

#### 6.4. Trabajo en conjunto de los órganos reguladores con las instituciones educativas y de investigación.

Actualmente México cuenta con el IMP como institución dedicada a la investigación y mejoramiento técnico en la exploración y producción de hidrocarburos, que sería la principal institución donde se debe de realizar la transferencia de tecnología. Sin embargo, las naciones que se consultaron para el análisis comparativo, contemplan y hacen hincapié en la importancia que se tiene en incorporar a las universidades públicas para lograr un progreso tecnológico del país formando especialistas

capaces de diseñar las tecnologías adecuadas para las actividades de exploración y producción de hidrocarburos.

La transferencia de tecnología y de formación de recursos humanos especialistas, no solo debe concentrarse en un organismo gubernamental como el IMP, sino que se debe incorporar a instituciones educativas con la capacidad de aportar avances tecnológicos y administrativos a la industria petrolera del país , particularmente la Universidad Autónoma de México y el IMP, seguidos de las universidades públicas de los estados donde se realiza actividades de exploración y explotación petrolera.. La inversión enfocada a la exploración permitirá, al igual que las ARES, aumentar el valor adquisitivo de la información del subsuelo de los yacimientos petroleros para todo el territorio mexicano, obteniendo una base sólida y fundamentada de las reservas y recursos energéticos.

## **6.5. Diversidad y equilibrio de órganos reguladores**

La regulación de EUA permite a distintos órganos reguladores establecer la regulación para las actividades petroleras dependiendo del estado donde se realicen, lo que ha permitido adecuar las necesidades y prioridades de cada población y tener un modelo que permita el crecimiento económico de la población en que se realizan las actividades petroleras.

Tanto en EUA, UK y Noruega existen diferentes órganos que regulan el sector energético de su país, cada órgano posee atribuciones y funciones diferentes para tener un “status quo” en el sector. De esta forma ningún órgano regulador puede imponer una ley o decreto sin el consentimiento o la opinión de otro; por lo que un órgano regulador vigila las funciones y actividades del otro.

En el caso de México, es recomendable que se establezcan planes y programas que beneficien a los municipios de los estados, donde se realiza exploración y explotación petrolera, para que su población goce de los beneficios de esta industria. La existencia y atribuciones que tienen la SENER, la CNH y la CRE deben asegurar la equidad de poder de la industria petrolera mexicana.

## **6.6. Exploración y evaluación en yacimientos fronterizos y en distintas áreas contractuales**

Debido a que los análisis de parte de la SENER, no denotan un alto potencial descubierto al momento, no se consideraron zonas transfronterizas (SENER, 2017), sin embargo, es importante remarcar que los estudios exploratorios en esta área son limitados por diferencias legales entre México y EUA.

Por lo que áreas cercanas al límite fronterizo deben ser consideradas para las próximas licitaciones realizadas por la CNH y la SENER, debido al potencial petrolero poco explorado que existe entre los límites fronterizos de México y EUA, además del que se tiene entre México y Guatemala.

Con la información exploratoria que se pueda recabar de ese procedimiento, se tendrá un panorama completo de la evolución geológica de Norteamérica, y se podrán aprovechar yacimientos transfronterizos por ambas naciones. Hasta la fecha solo en la licitación 4 de la Ronda 2, se licitaron áreas contractuales cercanas a esta zona fronteriza (Rondas México, 2018), por lo que se recomienda tener una normatividad específica para los yacimientos que se encuentran en las fronteras, tanto de EUA como de los países que colindan con México al sur o en el Caribe.

Por otro lado, en México no está regulado de forma adecuada la posibilidad del descubrimiento de un yacimiento de hidrocarburos que sobrepase los límites de un área contractual y que sus dimensiones alcancen un área contractual ajena. Aunque en los contratos y asignaciones que emite la CNH contempla el descubrimiento de nuevos yacimientos, esta situación no está sustentada en la regulación actual.

El proceso que se debe llevar a cabo en estos casos es denominado “unificación”, e involucra la agrupación de las áreas contractuales que comparten un mismo yacimiento, y debe tener como objetivo principal la protección de los intereses nacionales y el aprovechamiento eficiente de los recursos hidrocarburos (Martínez Cruz, 2018).

La unificación conlleva a la compartición de responsabilidades y ganancias de los operadores petroleros titulares de las áreas contractuales que se someten a este proceso. Para que se tengan mejores resultados, se recomienda la elaboración de un lineamiento legal que abarque el procedimiento de unificación, que además contemple las dificultades técnicas que puede provocar esta situación (como los límites geológicos del yacimiento), ya que pueden darse futuras de diferencias



legales y administrativas sobre qué empresa se beneficiaría más en la explotación del yacimiento. Se debe tener un marco legal claro, que indique como se distribuirán las ganancias y las responsabilidades que conlleva la explotación de un yacimiento con estas características, tanto para los operadores como para el país.



## 7. Discusión y conclusiones.

### 7.1. Discusión

#### 7.1.1. Regulación

Existen diferentes tipos de regulaciones para la etapa de exploración petrolera alrededor del mundo, estas variaciones dependen de las necesidades y experiencias que los gobiernos poseen y consideren. Los enfoques que cada regulación tiene, varía dependiendo de la nación, e incluso (como en EUA), del Estado o provincia donde se realicen dichas actividades.

La problemática de aplicar una correcta regulación, radica en que no siempre se podrán abarcar todas las variables importantes que puedan surgir en la exploración de algún proyecto petrolero, ya que cada proyecto tiene características diferentes que lo hacen único, además de que cada empresa tiene una metodología y forma de trabajo diferente. Se debe considerar también que cada proyecto se encuentra en formaciones geológicas diferentes, con geometría y características únicas. Para que cada operador pueda cumplir con los objetivos, se requiere de una regulación robusta que permita adecuarse a las prioridades del gobierno y a su plan de negocios.

Se requiere de un modelo regulatorio que sea permisivo y moldeable a diferentes escenarios y que se pueda modificar y mejorar, para garantizar un desarrollo eficiente y que beneficie a todos los involucrados (gobierno y empresas petroleras).

#### 7.1.2 Mejores prácticas.

Si bien, la CNH en todos los lineamientos que involucran la exploración de yacimientos petroleros, describe que las actividades realizadas por las empresas operadoras en esta etapa, deberán ser realizadas de acuerdo a las mejores prácticas de la industria y que se adecuen al proyecto, no dispone de un catálogo o guía donde se enlisten cuáles son dichas prácticas y sus principales características. La CNH utiliza el término de “mejores prácticas”, para exigir a las empresas operadoras que demuestren que en su plan de trabajo y desarrollo en exploración, se tengan las prácticas más eficientes y adecuadas. La CNH no dispone de lineamientos guía que puedan seguir los operadores petroleros para realizar sus actividades, ya que confía en su experiencia adquirida. Sin embargo debe de generar un documento con las

prácticas y metodologías básicas a usar, y que a su vez, de libertad a la empresa de ejercer las prácticas que considere más adecuadas a su proyecto.

Para mejorar la normatividad en materia de exploración en México, se debe de tener en cuenta lo que se realiza en los siguientes dos casos exitosos:

- En Noruega existe una regulación muy flexible donde únicamente están considerados los objetivos ambientales, ecológicos, de maximización de recursos, de transparencia, de rendición de cuentas y los plazos para realizar actividades de exploración y producción de hidrocarburos. Todo ello regulado únicamente con las sanciones correspondientes en el caso de no cumplir dichos objetivos.
- En EUA, se contemplan múltiples regulaciones que varían por estado, y que en ciertos casos son muy estrictas con la metodología y el tipo de prácticas utilizadas por las empresas petroleras. Esta regulación limita las actividades petroleras con aquellas prácticas que el estado considera convenientes.

Son dos modelos regulatorios con enfoques distintos pero exitosos, que permiten ver que un modelo regulatorio puede tener éxito si establece correctamente la flexibilidad con la que regula.

## 7.2. Conclusiones

- El estricto marco regulatorio que tiene la regulación de Estados Unidos de América para la exploración petrolera, es producto de décadas de experiencia del gobierno en este ámbito, lo cual ha permitido que ese país tenga un gran desarrollo y en general buenos resultados en aspectos de productividad y rentabilidad.
- El modelo regulatorio Noruego ha tenido éxito en poco tiempo debido a que permite una gran flexibilidad a las empresas petroleras para que instrumenten las mejores prácticas adecuadas siempre y cuando no atenten contra la economía, ambiente y salud de la población.

- En el Reino Unido se aplican lineamientos que son relativamente flexibles, sin embargo, son estrictos en la regulación de actividades petroleras; es una regulación híbrida, que ha dado buenos resultados ya que se mantiene acorde al modelo licitatorio que las grandes empresas petroleras prefieren.
- El modelo de licitaciones que implemento México a partir de la Reforma Energética, es robusto, adecuado y está diseñado para que la industria petrolera mexicana crezca de manera sustentable como lo han hecho distintas naciones con modelos regulatorios similares.
- La regulación mexicana para la etapa de exploración, es una regulación híbrida que permite a los operadores petroleros utilizar las mejores prácticas profesionales que sean adecuadas, siempre y cuando demuestren técnicamente que cumplan con los objetivos establecidos en los contratos o asignaciones de los que son titulares.
- Si se ejecuta correctamente la normatividad en México, se podría mejorar el procedimiento de cuantificación de las reservas petroleras, impulsar la inversión económica, y en consecuencia contribuir a ser autosuficientes en materia de energía.
- La regulación mexicana, deberá ser estricta en la aplicación de las sanciones establecidas y no limitar las capacidades técnicas de las empresas petroleras para garantizar el crecimiento económico y tecnológico de México y el de las empresas operadoras.
- Se recomienda que de forma periódica se revise el marco regulatorio de México en materia de exploración, para realizar los ajustes y modificaciones que permitan la mejora de resultados y la participación adecuada de las empresas operadoras.

- Se requiere que la regulación abarque lo relacionado a la exploración y producción de hidrocarburos en límites fronterizos, para evitar conflictos y para favorecer el crecimiento económico y científico de las naciones involucradas, como podría ser entre México y EUA.
- Los lineamientos que regulan la exploración petrolera la cuantificación y certificación de las reservas petroleras de la nación, necesitan actualizarse periódicamente para lograr mejores resultados para el país.
- El gobierno mexicano debe asegurar que la transferencia de tecnología se realice de manera adecuada a las instituciones educativas de México y esclarecer cómo debe de realizarse dicha la transferencia, para que México pueda tener un sustentable desarrollo tecnológico en materia de hidrocarburos.

## Bibliografía

- Allen, P. A. y Allen, J. R. (2005). Basin Analysis. Principles and Applications, Oxford: Blackwell Publishing.
- Cáceres Nieto, Enrique. (2000). Las normas jurídicas como sistema de enunciados. México: Cámara de Diputados, ivii Legislatura.
- Cámara de Diputados Del H. Congreso de la Unión. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México: Diario Oficial De La Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2016.). Lineamientos que regulan el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y de desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones (continuación) Anexo I, III, IV, V, VI y VII. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2017). Anexos de los Lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de Reservas de la Nación. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2017). Lineamientos de de Perforación de Pozos. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2017). Lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de Reservas de la Nación. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2015). Disposiciones administrativas de carácter general en materia de autorizaciones para el reconocimiento y exploración superficial. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2017). Lineamientos de de Perforación de Pozos (continuación) Anexos I, II, III y V. México: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2016.). Lineamientos que regulan el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y de desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones (continuación) Anexo I, III, IV, V, VI y VII. México: Diario Oficial de la Federación.
- Daniel Romo Rico, Fernando Pérez Téllez, Rolando V. Jiménez Domínguez. (2013). La industria petrolera de noruega. Experiencias aplicables en México. México: CIECAS-IPN.

- Diario Oficial de la Federación. (2013). Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía. México: Cámara de Diputados Del H. Congreso De La Unión.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2017). ACUERDO por el que se establecen las disposiciones para que los asignatarios, contratistas y permisionarios proporcionen información sobre contenido nacional en las actividades que realicen en la industria de hidrocarburos. México: Gobierno de la República.
- Diario Oficial de la Federación. (2014). Ley de los Órganos Reguladores Coordinados En Materia Energética. México: Cámara de Diputados Del H. Congreso De La Unión.
- Diario Oficial de la Federación. (2016). Ley de Hidrocarburos. México: Cámara De Diputados del H. Congreso De La Unión.
- Diario Oficial de la Federación. (2016). Lineamientos de perforación de pozos. México: Comisión Nacional de Hidrocarburos.
- Diario Oficial de la Federación. (2016). Lineamientos para la transferencia de información histórica. México: Comisión Nacional de Hidrocarburos.
- Diario Oficial de la Federación. (2017). Lineamientos que regulan el procedimiento de cuantificación y certificación de Reservas de la Nación. México: Comisión Nacional de Hidrocarburos.
- Estrada Estrada, Javier H. (2006). El caso de statoilhydro en Noruega. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Grant S., Milton N. y Thompson M. (1996). Play fairway analysis and risk mapping: an example using the Middle Jurassic Brent Group in the northern North Sea, Quantification and Prediction of Petroleum Resources. Elsevier, Amsterdam: Norwegian Petroleum Society.
- Henry Lahee, Frederic (1960). Fiel Geology. EUA: Universidad de Harvard.
- Hernández Martínez Diana. (2017). La Producción Petrolera Mexicana: Análisis Histórico y Escenario a Futuro. México: Posgrado En Ciencias de la Tierra, UNAM.
- Jiménez Topete, Fernando. (2015). Desarrollo de campos petroleros en plays subsalinos, con ejemplos representativos, Tesis de Licenciatura. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kelsen, Hans. (1981). Teoría pura del derecho. México: UNAM.
- Mancera Alejándrez, Oscar (2014). El proceso exploratorio y el recurso prospectivo de un proyecto de inversión de yacimientos convencionales,



Examen general de conocimiento de maestría en ingeniería. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Martínez Cruz, Enrique. (2018). Propuesta del Proceso de Unificación de Yacimientos Petroleros. México: UNAM.
- Oviedo-Pérez, A. (2007). Sistematizando el proceso para el análisis de plays, Ingeniería Petrolera, Sección técnica, Vol. XLVII No. 9, 6-20.
- Poder Judicial de la Federación, Suprema Corte de Justicia. (2006). El sistema Jurídico Mexicano. México: Poder Judicial de la Federación.
- Raz, Joseph. (1986). The Morality of Freedom. Oxford: Universidad de Oxford.
- Secretaría de Economía. (2015). Comercio Exterior / Países con Tratados y Acuerdos firmados con México. México: Gobierno de la República.
- Secretaria de Gobernación. (2013). DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía. México: Diario Oficial de la Federación.
- Subdirección de Exploración, Petróleos Mexicanos, (2011). Manual para la estimación de recursos prospectivos de hidrocarburos y de probabilidad de éxito de oportunidades y localizaciones exploratorias: CEROE v.6.0. México: PEMEX Exploración y Producción.
- Tirado Sánchez, Moisés. (2018). Propuesta de Regulación a Actividades de Fracturamiento Hidráulico en México. Ciudad Universitaria, México: UNAM.
- UK Trade & Investment. (2008). Petróleo y gas del Reino Unido. Reino Unido: Crown Copyright.
- Zenteno Barrios, Javier. (1997). La regulación de los hidrocarburos en México. Instituto de Investigaciones Jurídicas. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

### **Referencias Electrónicas**

- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2018). Planes de Exploración y Desarrollo para la Extracción de Hidrocarburos. 1/09/2018, de Gobierno de la República Sitio web: <https://www.gob.mx/cnh/acciones-y-programas/planes-de-exploracion-y-desarrollo-para-la-extraccion-de-hidrocarburos>.

- Bureau of Ocean Energy Management (BOEM). (2018). Geological and Geophysical Data. 10/11/2018, de boem.gov Sitio web: <https://www.boem.gov/Resource-Evaluation-Data/>
- Bureau of Ocean Energy Management (BOEM). (2018). Resource Evaluation Program. 10/11/2018, de boem.gov Sitio web: <https://www.boem.gov/Resource-Evaluation-Program/>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018). Formato ARES-A. 16/10/2018, de Gobierno de la República Mexicana Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330518/29\\_may\\_2018\\_Formato\\_ARES\\_A\\_FF\\_-\\_CNH\\_-\\_012.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330518/29_may_2018_Formato_ARES_A_FF_-_CNH_-_012.pdf)
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018). Formato ARES-B AV. 16/10/2018, de Gobierno de la República Mexicana Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330523/29\\_may\\_2018\\_Formato\\_ARES\\_B-AV\\_FF\\_-\\_CNH\\_-\\_014.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/330523/29_may_2018_Formato_ARES_B-AV_FF_-_CNH_-_014.pdf)
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018). Formato ARES-B16/10/2018, de Gobierno de la República Mexicana Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/328973/24\\_mayo\\_2018\\_Formato\\_ARES\\_B\\_FF\\_-\\_CNH\\_-\\_013\\_24.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/328973/24_mayo_2018_Formato_ARES_B_FF_-_CNH_-_013_24.pdf)
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2018). Marco Regulatorio de la CNH. 16/10/2018, de Gobierno de la República Mexicana Sitio web: <https://www.gob.mx/cnh/articulos/regulacion-emitida-por-la-cnh-83399>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) (2017). Reconocimiento y Exploración Superficial (ARES). 16 de octubre de 2018, de Gobierno de la República Mexicana Sitio web: <https://www.gob.mx/cnh/articulos/autorizaciones-de-reconocimiento-y-exploracion-superficial-ares>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). (2018). Regulación emitida por la CNH. 23/11/2018, de Gobierno de la República Sitio web: <https://cnh.gob.mx/regulacion/>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos, Secretaría de Energía, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. (2018). Portal Rondas México. 1/01/2018, de Gobierno de la República Sitio web: <https://rondasmexico.gob.mx>
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2018). Administración de Contratos. 20/09/2018, de Rondas México Sitio web: <https://rondasmexico.gob.mx/#Rondas>

- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2018). ¿Qué hacemos?. 1/09/2018, de Gobierno de la República Sitio web: <https://www.gob.mx/cnh/que-hacemos>.
- El Economista. (2016). Sistema Político. 10/11/2018, de elEconomista.es Sitio web: <https://www.economista.es/especiales/elecciones-estados-unidos/sistema-politico.php>
- Gobierno de la República. (2013). Reforma Energética, resumen ejecutivo. 1/09/2018, de Gobierno de la República Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen\\_de\\_la\\_explicacion\\_de\\_la\\_Reforma\\_Energetica11\\_1\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11_1_.pdf)
- H. Congreso de la Unión. (2018). Reformas Constitucionales por Decreto en orden cronológico. 1/11/2018, de Gobierno de la República Sitio web: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum\\_crono.htm](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum_crono.htm)
- Historia del petróleo en los Estados Unidos. (2018). Wikipedia, La enciclopedia libre. 20/11/2018 Sitio web: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Historia\\_del\\_petr%C3%B3leo\\_en\\_los\\_Estados\\_Unidos&oldid=111974585](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Historia_del_petr%C3%B3leo_en_los_Estados_Unidos&oldid=111974585).
- James, Robert A y Pulman, Stella. (2018). Oil Regulation. 10/11/2018, de Pillsbury Winthrop Shaw Pittman LLP Sitio web: <https://gettingthedealthrough.com/area/24/jurisdiction/23/oil-regulation-united-states/>
- Office for the National Statistics (ONS). (2002). Geography - UK countries. 10/11/2018, de Statistics.gov.uk Sitio web: <https://www.ons.gov.uk/methodology/geography>
- Oil & Gas Authority (OGA). (2016). Licensing regime. 13 de noviembre de 2018, de Oil & Gas Authority Sitio web: Oil & Gas Authority (OGA). (2016). Our history. 13/11/2018, de Oil & Gas Authority Sitio web: <https://www.ogauthority.co.uk/about-us/what-we-do/our-history/>
- Oil & Gas Authority (OGA). (2016). Our history. 13/11/ 2018, de Oil & Gas Authority Sitio web: <https://www.ogauthority.co.uk/about-us/what-we-do/our-history/>
- Oil & Gas Authority (OGA). (2018). Types of License. 10/11/2018, de Oil & Gas Authority. Sitio web: <https://www.ogauthority.co.uk/licensing-consents/types-of-licence/>
- Petróleos Mexicanos (PEMEX). (2018). Producción de petróleo crudo por entidad federativa. 23/11/2018, de Sistema de Información Energética Sitio web:

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=PMXB1C02>

- Petroleos Mexicanos. (2014). Presentación a Inversionistas, un nuevo contexto y mayor potencial. 2/09/2018, de PEMEX Sitio web: [http://www.pemex.com/ri/herramientas/Presentaciones%20Archivos/201401\\_p\\_inv\\_e.pdf](http://www.pemex.com/ri/herramientas/Presentaciones%20Archivos/201401_p_inv_e.pdf)
- Petróleos Mexicanos. (2016). Cadena de valor. 2/09/2018, de PEMEX Sitio web: <http://www.pemex.com/nuestro-negocio/Paginas/pep.aspx>
- Presidencia de la República. (2013). ¿Cuál es la experiencia de otros países con la participación de privados en el sector petrolero?. 25/09/2018, de gob.mx Sitio web: <https://www.gob.mx/presidencia/articulos/cual-es-la-experiencia-de-otros-paises-con-la-participacion-de-privados-en-el-sector-petrolero>
- Rondas México. (2018). Rondas. 23/11/94, de Gobierno de la República Sitio web: <https://rondasmexico.gob.mx/esp/rondas/>
- Secretaria de Energía. (2015). Glosario de términos petroleros. 15/07/2018, de Subsecretaria de Hidrocarburos, Dirección General de exploración y extracción de hidrocarburos Sitio web: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/ile/8317/GLOSARIO\\_DE\\_TERMINOS\\_PETROLEROS\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/ile/8317/GLOSARIO_DE_TERMINOS_PETROLEROS_2015.pdf)
- Secretaría de Energía. (2017). Yacimientos Transfronterizos con Estados Unidos en el Golfo de México. 1/12/2018, de Gobierno de la República Sitio web: [http://www.senado.gob.mx/comisiones/relext\\_an/eventos/docs/secretaria\\_energia\\_291117.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/relext_an/eventos/docs/secretaria_energia_291117.pdf)
- Society of Petroleum Engineers, (2017). Petroleum Resources Management, 15/07/2018 de System. SPE, AAPG, WPC, SPEE Sitio web: [https://www.spe.org/industry/docs/Petroleum\\_Resources\\_Management\\_System\\_2007.pdf](https://www.spe.org/industry/docs/Petroleum_Resources_Management_System_2007.pdf)