

# EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y EL DERECHO HUMANO AL ACCESO AL AGUA. EL CASO DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE GAS *SHALE* EN TAMAULIPAS

## *THE PRECAUTIONARY PRINCIPLE AND THE HUMAN RIGHT TO ACCESS TO WATER. THE CASE OF THE EXPLORATION AND EXPLOITATION OF SHALE GAS IN TAMAULIPAS*

Edith Miriam García Salazar<sup>1</sup>

El Colegio del Estado de Hidalgo, México

*Fecha de recepción: Junio 2016*

*Fecha de aceptación definitiva: Febrero 2018*

### **Resumen**

La identificación de reservas de gas *shale* en el Estado de Tamaulipas y la apertura de la industria petrolera en el México, a través de la Reforma Energética, hacen posible la exploración y explotación de este tipo de gas. Sin embargo, su extracción requiere de la técnica del *fracking* la cual es considerada altamente contaminante, siendo el recurso agua uno de los principales afectados al requerirse grandes volúmenes de agua para su aplicación, poniendo en riesgo la calidad y disponibilidad del agua para la población y los ecosistemas. Por lo cual, se considera necesario la aplicación del principio de precaución a esta actividad industrial debido a que atenta contra el derecho humano al acceso al agua.

**Palabras clave:** *principio de precaución, derecho humano al agua, fracturación hidráulica, gas shale.*

### **Abstract**

Identification of unconventional shale gas reservoir in the state of Tamaulipas and the opening of Mexican oil industry through the energy reform make possible the exploration and exploitation of this type of gas. However, its extraction requires use of hydraulic fracturing or fracking which is considered highly polluting. This technique used large volumes of water resource and produces wastewater affecting the water quality and availability for the population and ecosystems. Therefore, it is necessary to apply the precautionary principle because this industrial activity put in danger the human right to access to water.

**Keywords:** *precautionary principle, human right to water, fracking, shale gas.*

**JEL:** Q53, Q25, N56

<sup>1</sup> mgarcia@elcolegiodehidalgo.edu.mx

## INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de las economías mundiales requiere de un elevado uso de recursos naturales, provocando su disminución debido a que superan los ritmos de reproducción de la naturaleza. En este sentido los hidrocarburos como parte fundamental para el desarrollo de las actividades productivas y de consumo del actual modelo de producción y ante la baja en las reservas mundiales de este recurso natural, en los últimos años, se intensificó la búsqueda de nuevos yacimientos, así como de alternativas energéticas. De acuerdo con datos de la *U.S. Energy Information Administration* (U.S. EIA 2013) se identificó a México con potencial para la explotación de gas *shale*, siendo el Estado de Tamaulipas el que mayores reservas recuperables presenta en el país. Sin embargo, la extracción de este tipo de hidrocarburo se lleva a cabo a través de la técnica del *fracking* o fractura hidráulica, la cual implica serias consecuencias para la disponibilidad y calidad del agua en zonas adyacentes a los sitios de extracción, debido a los altos volúmenes de agua requeridos en el proceso productivo. Además, de los múltiples problemas ambientales y sociales que pueden derivar del uso de esta técnica.

Ante los grandes volúmenes de agua requerida para extraer gas *shale* resulta necesario priorizar y garantizar el derecho humano al acceso al agua potable para la población y ecosistemas antes que al consumo de uso industrial. En este sentido, las normas internacionales de derechos humanos comprenden obligaciones específicas en relación con el acceso al agua potable. Es en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (artículos 11 y 12), del Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (2002), donde se exige a los Estados que garanticen a todas las personas el acceso a una cantidad suficiente de agua potable para el uso personal y doméstico (por ejemplo, un mínimo 50 a 100 litros diarios de agua por persona); por tanto, antes que contribuir al desarrollo de cualquier actividad industrial se debe garantizar el derecho humano al acceso al agua potable.

El desarrollo de actividades que impliquen riesgos sociales y ambientales, deben incorporar la aplicación del principio de precaución como una herramienta derivada del derecho ambiental, que sirve para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre futura generada por las diversas actividades económicas. En este caso el uso de la técnica de *fracking* para extracción de gas *shale* en el Estado de Tamaulipas debe considerar este principio para evaluar los impactos en la sociedad (principalmente en la salud) y ambiente para prevenirlos. Con base en esto, se analiza el caso de la exploración y explotación de hidrocarburos en Tamaulipas considerando la incorporación del principio de precaución para garantizar el derecho humano al acceso al agua potable.

El trabajo se divide en cuatro apartados; en el primero se exponen los conceptos del principio de precaución y el derecho humano al acceso al agua de manera general. En el segundo apartado se describe la exploración y explotación de gas *shale* en el contexto mundial, para después llevarlo al caso del Estado de Tamaulipas. En el tercer apartado, se expone el consumo de agua utilizada en el *fracking*, así como las características principales del sector del agua en Tamaulipas, y se presenta un ejercicio hipotético de la cantidad de pozos que se podrían explotar con base en la disponibilidad del agua de que disponen los municipios del Estado con probables reservas de gas *shale*. En el cuarto apartado, se señala la importancia de incorporar el principio de precaución en la legislación ambiental mexicana para el uso de la técnica del *fracking* en Tamaulipas. Posteriormente se presentan las conclusiones del trabajo.

## EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y EL DERECHO HUMANO AL ACCESO AL AGUA POTABLE

### El Principio de precaución

El principio de precaución es una herramienta que sirve para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre futura generada por el desarrollo de diversas actividades económicas. Además, permite cambiar los supuestos previos relativos al daño que puede ocasionar una actividad, una acción, o una

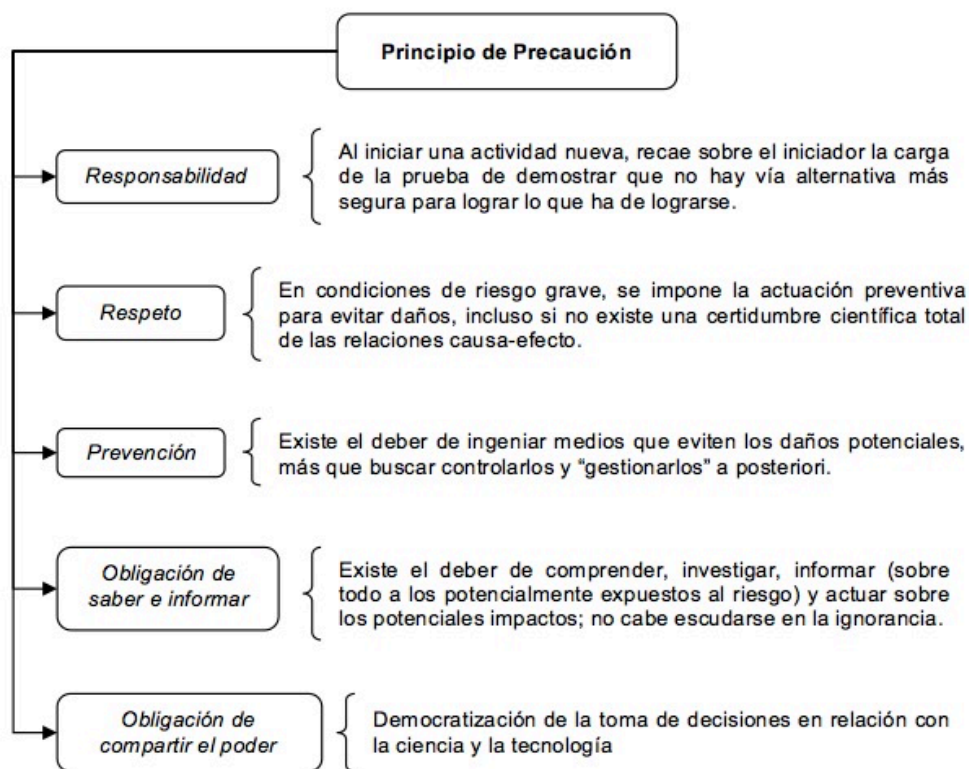
sustancia determinada que se encuentran relacionados con el ambiente, la salud y la seguridad de la población (Tickner 2002). En términos simples el término *precaución* exige que las decisiones que se tomen partan de la premisa de "*mejor prevenir que curar*" (Lees 2012).

El principio de precaución aparece por primera vez en 1972 en la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano*, conocida como Cumbre de Estocolmo. Posteriormente, en 1992 en el Principio 15 de la *Declaración de Río de Janeiro* se enuncia que "*con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades*". Este principio permite tomar decisiones más apegadas a la realidad incorporando las opiniones de los diversos actores involucrados y tomando en cuenta los conflictos sociales que ocasionan daños ambientales. Además, se encuentra inmerso dentro del derecho ambiental internacional y forma parte de las políticas públicas de la Unión Europea. Lees (2012) menciona que es un instrumento legislativo que permite a los legisladores lidiar con una conexión causal incierta dentro de un marco de referencia.

Riechmann (2002: 8) menciona que con base en este principio "*sólo deberían comercializarse productos respecto de los cuales exista suficiente información y certeza sobre su inocuidad o bien, que resultan absolutamente necesarios y no se disponen de otras alternativas, por lo que conscientemente decidimos aceptar los riesgos a pesar de todo*".

El principio de precaución, de acuerdo con Riechman (2002), presupone y fomenta cinco virtudes específicas, a saber: a) responsabilidad, b) respeto, c) prevención, d) obligación de saber e informar, y e) obligación de compartir el poder. En la Figura 1 se describen estas virtudes.

**FIGURA 1**  
**Virtudes del principio de precaución**



Fuente: Elaborado con información de Riechmann (2002: 25)

Continuando con Riechmann (2002), la perspectiva del enfoque precautorio implica pasar de estrategias de control de la contaminación (por ejemplo, fin del tubo) a estrategias de prevención (por ejemplo, ciclo de vida de los productos para minimizar el impacto ambiental). Las primeras se relacionan con las metodologías de análisis del riesgo, y las segundas con el enfoque precautorio, es decir, con la idea de evitar la contaminación. Por tanto, las estrategias de prevención contenidas en el principio de precaución deben concentrarse en la solución de los problemas que se encuentran relacionados con el ambiente y la salud de la población, ocasionados por el desarrollo de las actividades económicas. Desde la perspectiva de este principio los instrumentos, tales como el análisis coste-beneficio y la evaluación de riesgos representan instrumentos necesarios, pero insuficientes para la toma de decisiones.

Jiménez de Parga (2003: 12 y 15) menciona que el principio de precaución se basa en: a) la vulnerabilidad del ambiente, b) las limitaciones de la ciencia para predecir de manera anticipada y con exactitud los daños que pueden sufrir el medio ambiente y c) las alternativas de procesos y productos menos dañinos. Sus elementos son la dimensión intertemporal (riesgo a corto, mediano y largo plazo que puedan afectar a las generaciones futuras), la falta de certidumbre científica absoluta del riesgo ecológico, pero con peligro de daño grave e irreversible y la adopción de medidas de precaución (modelo anticipativo para evitar el daño en función de costes y capacidades).

Tickner (2002) menciona que el principio de precaución no cumple su propósito a menos que se implementen métodos preventivos para hacer efectiva la precaución. De acuerdo con Riechmann y Tickner (2002) existe una amplia gama de instrumentos para poner en práctica políticas de precaución, desde las más débiles hasta las más firmes, entre las que se encuentran: 1) prohibiciones y eliminaciones graduales; 2) producción limpia y prevención de la contaminación; 3) evaluación obligatoria de alternativas; 4) límites de exposición laboral basados en la salud; 5) listado de productos químicos de comprobación obligatoria inversa; 6) agricultura ecológica; 7) gestión de ecosistemas; y 8) evoluciones obligatorias previas a la comercialización.

De acuerdo con Santillo *et al.* (2002: 83) "*si se aplica el principio de precaución a la reglamentación medioambiental, lo más probable es que dé lugar a una reglamentación compatible con la sostenibilidad global*". Por consiguiente, se hace necesaria la aplicación de este principio para abatir la incertidumbre futura y evitar la degradación ambiental, así como los impactos a los que está expuesta la población. Desde la perspectiva del derecho ambiental, Esteve (2006: 207) menciona:

*"Con base al principio de precaución podría, por ejemplo, decretarse la denegación de la autorización de una instalación o de un producto aun cuando se hubieran realizado todos los trámites jurídicos previstos para ello. La incertidumbre científica sobre posibles riesgos podría ser de tal entidad que justificara, con fundamento en el principio de precaución, la adopción de esa decisión de denegación de la autorización o su demora hasta que se resolviera la incertidumbre"*.

Para Lees (2012) existen versiones fuertes y débiles de este principio, identifica cuatro: 1) De no-preclusión. La regulación no debe ser excluida por la ausencia de incertidumbre científica sobre las actividades que representan un riesgo de daño sustancial, es decir, la falta de pruebas no debe ser una justificación para la inacción (versión débil); 2) De margen de seguridad. La regulación debe incluir un margen de seguridad limitando las actividades por debajo del nivel en el cual no se han encontrado efectos adversos (versión fuerte); 3) Mejor tecnología disponible. Exige que se emplee la mejor tecnología disponible sobre las actividades que implican un daño potencial incierto a menos que se demuestre que dicha actividad no representa un grave riesgo (versión débil); y 4) De prohibición. Deben prohibirse las actividades que impliquen un daño potencial incierto, a menos que dichas actividades demuestren que no existe un grave riesgo (versión fuerte).

Las diversas conceptualizaciones del principio de precaución recaen en la perspectiva de evitar, o en su caso prohibir, aquellas actividades que representen un daño potencial a la población y al medio ambiente, y en el mejor de los escenarios demostrar que existen alternativas amigables con el medio ambiente. Desde estas perspectivas se alude que el principio de precaución debería estar inmerso en la formulación de políticas públicas, así como en el derecho ambiental, como resultado del estrés ambiental que ha generado la dominación de la naturaleza en el actual modelo de producción. Se da, por tanto, la urgencia de decidir sobre los problemas ambientales existentes, así como de aquellas actividades económicas en las cuales no se conocen sus efectos negativos por completo, y que inciden en el ambiente y en el bienestar de la sociedad.

En este sentido, la incertidumbre que existe alrededor de la aplicación de la técnica de *fracking* con respecto a los efectos que ocasiona en los ecosistemas y la población, así como la vulnerabilidad a la que puede estar sometida el agua por el uso de grandes cantidades y los químicos utilizados lleva a considerar la incorporación del principio de precaución en la toma de decisiones con respecto al desarrollo de la actividad de exploración y explotación de gas *shale* en México.

### **Derecho humano al acceso al agua potable**

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), en el año 2010, reconoció el acceso al agua potable y saneamiento como un derecho humano. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se precisa un promedio de entre 50 a 100 litros de agua diarios por persona por día para garantizar que se cubran las necesidades más básicas, y por consiguiente una disminución en problemas relacionados con la salud. Las normas internacionales de derechos humanos comprenden obligaciones específicas en relación con el acceso al agua potable, de forma que:

*"Esas obligaciones exigen a los Estados que garanticen a todas las personas el acceso a una cantidad suficiente de agua potable para el uso personal y doméstico, que comprende el consumo, el saneamiento, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica. También les exigen que aseguren progresivamente el acceso a servicios de saneamiento adecuados, como elemento fundamental de la dignidad humana y la vida privada, pero también que protejan la calidad de los suministros y los recursos de agua potable". (ONU y OMS 2010: 3).*

En este sentido, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales en el año 2002 adoptó la Observación General No. 15 sobre el derecho al agua. En el artículo I.1 establece que: *"el derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna"*. También define en el artículo II.10 que el derecho al agua incluye como mínimo las siguientes características:

*Suficiente.* El abastecimiento de agua por persona debe ser suficiente y continuo para el uso personal y doméstico.

*Saludable.* El agua necesaria, tanto para el uso personal como doméstico, debe ser saludable; es decir, libre de microorganismos, sustancias químicas y peligros radiológicos que constituyan una amenaza para la salud humana.

*Aceptable.* El agua ha de presentar un color, olor y sabor aceptables para ambos usos, personal y doméstico. [...]. Todas las instalaciones y servicios de agua deben ser culturalmente apropiados y sensibles al género, al ciclo de la vida y a las exigencias de privacidad.

*Físicamente accesible.* Todo el mundo tiene derecho a unos servicios de agua y saneamiento accesibles físicamente dentro o situados en la inmediata cercanía del hogar, de las instituciones académicas, en el lugar de trabajo o las instituciones de salud.

*Asequible*. El agua y los servicios e instalaciones de acceso al agua deben ser asequibles para todos. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sugiere que el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar.

Al respecto, cabe señalar que México forma parte de los países que han incorporado este derecho a su marco normativo, a través de la reforma a la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 8 de febrero de 2012, en el Título Primero, Capítulo I. De los Derechos Humanos y sus Garantías (Capítulo que cambio de denominación mediante Decreto publicado en el DOF el 10 de junio de 2011). Así, al artículo 4º se adicionó el párrafo siguiente:

*"Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines". (DOF 2012: art. 4).*

En el párrafo anterior se hace explícito el derecho humano al acceso al agua potable de la población mexicana. Por tanto, es necesario priorizar este derecho humano para la población sobre las necesidades de las actividades económicas, las mismas que han contribuido a la baja disponibilidad y contaminación del agua.

En este sentido la actividad de la industria petrolera para extraer hidrocarburos en yacimientos no convencionales utilizando la técnica del *fracking* vulnera la disponibilidad de agua y atenta contra este derecho. La disponibilidad y calidad del agua en las zonas aledañas donde se realizará esta actividad puede resultar afectada, si no se toman las medidas necesarias para evitarlo. Por tanto, es necesario considerar este derecho como fundamental antes de iniciar esta actividad sin prever los riesgos sociales y ambientales que esto implica.

## **EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE GAS SHALE**

### **El gas *shale* en el contexto mundial**

El gas *shale* se clasifica dentro de los recursos no convencionales de gas natural. Es un tipo de gas natural que se gesta dentro de finos granos color negro que al acumularse forman rocas orgánicas o lutitas. La presión sedimentaria tiende a expulsar el mayor volumen de gas hasta la parte más porosa y permeable de la roca. El gas remanente atrapado en la roca se denomina gas *shale*, gas de lutita, gas de esquisto o gas de pizarra (Estrada 2013).

El *National Petroleum Council* (2007: 5) define el gas no convencional, en términos económicos, como *"aquel gas que no puede ser producido con rentabilidad, a menos que el yacimiento sea estimulado mediante fracturación hidráulica masiva o recurriendo a la perforación de pozos multilaterales desde un pozo principal"*.

La exploración y explotación de gas *shale* en la última década se ha convertido en un tema de gran importancia a nivel mundial, debido a las implicaciones económicas, sociales y ambientales que conlleva su extracción. La baja en las reservas de energías tradicionales que presentan las economías mundiales insertadas en el modelo industrializador, ha orillado a la búsqueda e identificación de nuevos yacimientos de hidrocarburos para dar sostenibilidad económica por más años a sus economías. En ese sentido, el gas *shale* se presenta como una alternativa energética con grandes y aparentes posibilidades de beneficios económicos, con base en la experiencia de los Estados Unidos -principal productor de este tipo de gas-. De acuerdo con información de la U.S. EIA (2013), a nivel mundial el 32% de los recursos totales estimados de

gas natural se encuentra en formaciones de *shale*, mientras que el 10% de recursos de petróleo estimado se halla en pizarra o formaciones cerradas.

El estudio realizado por la U.S. EIA en el año 2013 identifica a México con potencial para exploración y explotación de gas *shale*, ocupando el sexto lugar en el *ranking* mundial con una posible explotación de 545 billones de pies cúbicos, siendo China el país con mayor recurso de gas *shale* recuperable con 1.115 billones de pies cúbicos, seguido de Argentina con 802 billones de pies cúbicos, y Argelia con 707 billones de pies cúbicos. Cabe destacar que, con respecto a las estimaciones del año 2011, para el caso de México se presentó una caída del 19,97% (ya que era de 681 billones de pies cúbicos), y de manera general, se registró un aumento del 9,17% de las reservas recuperables totales en el mundo, ya que pasaron de 6.622 a 7.299 billones de pies cúbicos.

En México Petróleos Mexicanos (Pemex), a inicios del año 2010, dio comienzo a los trabajos exploratorios de gas *shale*, identificando cinco provincias geológicas con potencial para producir hidrocarburos contenidos en este tipo de gas. Estas son: 1) Chihuahua, 2) Sabinas-Burro-Picachos, 3) Burgos, 4) Tampico-Misantla, y 5) Veracruz (Sener, 2014). Sin embargo, la extracción de este hidrocarburo requiere de la técnica del *fracking*, la cual implica serias consecuencias para la disponibilidad de agua en zonas adyacentes a los sitios de extracción.

El uso de grandes volúmenes de agua utilizados por esta técnica incide en la disponibilidad debido a que se compromete el agua para uso doméstico, el sostenimiento de ecosistemas y el agrícola; vulnera la calidad del agua ya que puede contaminarse con las sustancias químicas adicionadas al agua de fracturamiento; contaminación por radiactividad de aguas de retorno en procesos de extracción (pueden afectar la salud de las personas); contaminación del suelo (pérdida de calidad de la tierra); contaminación del aire y contribución al cambio climático; afectación a la infraestructura carretera y habitacional; y, pérdida de la biodiversidad (Semarnat 2015). Además, del cambio de uso de suelo (producción agrícola por producción de hidrocarburos) y el desplazamiento de comunidades para realizar actividades de extracción en las zonas con posibles reservas de este tipo de hidrocarburo.

Con base en esto se prevé que con la aprobación de la Reforma Energética, a finales del año 2013, la apertura a la inversión privada nacional y extranjera en la industria de los hidrocarburos, tendrá grandes impactos en términos sociales y ambientales, y éstos no serán necesariamente positivos para las localidades con posibles reservas de gas *shale*, esto de acuerdo con la experiencia internacional<sup>2</sup>.

### **Rentabilidad del gas *shale***

Resulta controvertido el desarrollo de la actividad de extracción de gas *shale* cuando se ha demostrado su baja rentabilidad. La extracción de este tipo de gas surge como una mera especulación en la que aparentemente resulta atractivo invertir. No obstante, según el Instituto Geológico y Minero de España (citado en Moreu 2015: 1), "*el hidrocarburo no convencional no puede ser producido con rentabilidad a menos que el yacimiento sea estimulado por fractura hidráulica masiva o recurriendo a la perforación de multilaterales desde un pozo principal*", es decir, para que pueda ser rentable esta actividad requiere que se fracturen de manera masiva miles de pozos para que la producción de gas *shale* sea tal que pueda representar una verdadera ganancia para el inversor.

<sup>2</sup> Por ejemplo, Estados Unidos uno de los principales productores del gas *shale* en el mundo, ha presentado diversos problemas socio-ambientales derivados de la aplicación de la técnica del *fracking*. Wright *et al.* (2012) señalan que el agua subterránea cerca de Wyoming contenía sustancias químicas asociadas con esta técnica. Mencionan que en el acuífero se detectaron productos químicos sintéticos, como glicoles y alcoholes, compatibles con la producción de gas y fluidos de fractura hidráulica. En otros casos se han encontrado diferentes sustancias en el agua como benceno (Di Giulio *et al.* 2011), bromuros, materiales radioactivos como uranio, radio y radón (Resnikoff *et al.* 2010) y filtraciones de metano (Osborn *et al.* 2011), todos ellos provenientes del proceso de extracción del gas *shale*.

Hughes (2016) menciona que es necesario considerar los siguientes aspectos en torno a la producción de gas *shale*: a) disminución de la tasa de producción del pozo en los primeros tres años, de entre el 75 y 85%; b) disminución de la tasa de producción de los campos (conjunto de pozos), en un rango de entre el 30 y 45% al año, lo cual implica hacer más perforaciones para mantener el rango de producción; c) calidad promedio del pozo, que implica que hay campos de pozo que tienen áreas "centrales" o "puntos dulces" donde la producción de pozos individuales es más alta y, por lo tanto, el beneficio es alto, estos puntos perforados en una primera etapa llevan al decrecimiento de la producción debido a que los productores de gas se centran en estos, reduciendo desproporcionadamente los lugares de perforación de alta productividad en comparación con el número total de ubicaciones posibles de perforación en cada campo; d) número de pozos potenciales, donde las perforaciones tienen un área limitada y, por lo tanto, tienen un número finito de lugares que pueden ser perforados, una vez que se agotan las ubicaciones, la producción entra en declive terminal; y e) tasa de perforación, pues la tasa de producción está directamente relacionada con la tasa de perforación, que es determinada por el nivel de inversión de capital.

Para Arroyo y Perdriel (2015: 35) "*las decisiones de inversión están determinadas por el potencial geológico del país, el acceso a mercados favorables, el grado de institucionalidad, los aspectos legales y medioambientales, y la estabilidad y progresividad del marco fiscal, así como un relacionamiento mutuamente beneficioso entre los actores públicos, privados y sociales*". En este sentido Arrollo y Perdriel (2015: 73 y 74) mencionan que la inversión por pozo para la producción de gas *shale* debe considerar, para el caso de México, las siguientes variables: a) en fase de evaluación 37 millones de dólares; b) en fase de desarrollo 10 millones de dólares; c) el costo de operación 1.6 dólares por mil pies cúbicos; y c) la producción inicial primer año 1.700 mil pies cúbicos al día. De cumplirse lo anterior se estaría hablando que la exploración y extracción de este tipo de gas es rentable.

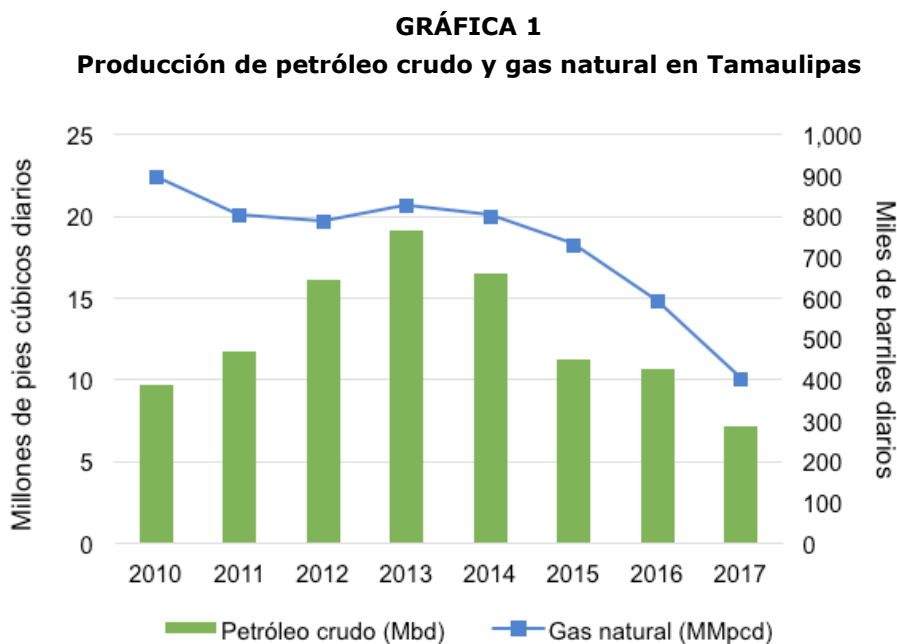
En este sentido, la rentabilidad de la producción de gas *shale* es solo por un periodo de tiempo determinado dependiendo de las características mencionadas por Hughes (2016), que se identifiquen en los campos de producción, adicionalmente a los montos de inversión requeridos. Cabe destacar que, aun cuando se obtenga una rentabilidad atractiva para los productores de gas, los efectos negativos en el ambiente y la población pueden ser permanentes. Siendo por tanto cuestionable el desarrollo de esta actividad en términos del principio de precaución y, por lo tanto, en las implicaciones que traerá consigo en el derecho humano al acceso al agua en las condiciones que enuncia la ONU y la OMS.

En el siguiente apartado, para ejemplificar la producción de gas *shale*, se enuncia el panorama de la producción de hidrocarburos en Tamaulipas, destacándose los trabajos exploratorios que ha realizado Pemex con respecto a este tipo de gas.

### **La producción de hidrocarburos en Tamaulipas**

En México, el norte del país se ha conformado como un centro fundamental para el desarrollo del mercado de gas natural. La producción de petróleo crudo en Tamaulipas, en el año 2017 representó el 0.4% de la producción total nacional, mientras que la producción de gas natural representó el 9.45% del total. En la Gráfica 1 se muestra la tendencia de la producción de petróleo y gas en el Estado de Tamaulipas en los últimos cinco años, destacando la producción del año 2013, seguida de un declive en los años posteriores como resultado de la caída brutal del precio del petróleo (por el incremento de la oferta) en el mercado mundial en el último año, y de la aprobación de la Reforma Energética en el país.





Fuente: elaboración propia con datos de Pemex. Base de Datos Institucional (BDI).

De acuerdo con datos del *Censo Económico 2014* la actividad de extracción de petróleo y gas<sup>3</sup> en el Estado representó el 5% del valor agregado censal bruto total del país (44.552,2 millones de pesos); y el personal ocupado en el año 2013 en esta actividad corresponde a 2.712 personas.

El Estado de Tamaulipas forma parte de dos activos de exploración y explotación de hidrocarburos, uno es el *Activo Integral Burgos* localizado en el Noreste de México (comprende parte de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila); y otro el *Activo de Producción Poza Rica-Altamira*, en la provincia Tampico-Misantla, (comprende la parte sur del Estado de Tamaulipas y parte del territorio de Veracruz). Dentro de los objetivos de estos activos está el de incrementar la oferta nacional, mediante la explotación de campos con probadas reservas de gas no asociado al petróleo.

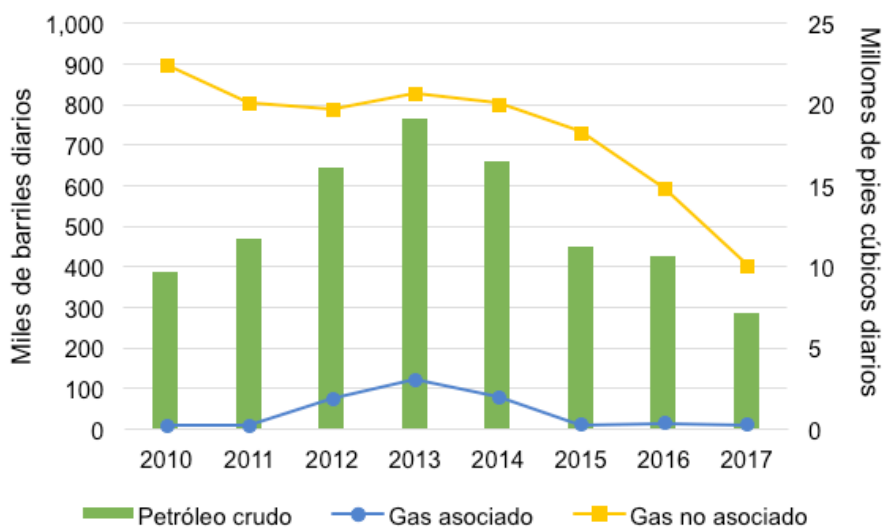
En estudios realizados por Pemex y la U.S. EIA (2013) estos activos tienen potencial para el desarrollo de energías renovables, así como el aprovechamiento de yacimientos no convencionales contenidos en gas *shale*. En el caso de Tamaulipas son catorce los municipios con probables reservas de gas *shale* los cuales forman parte del Activo Integral Burgos. Estos municipios son: San Fernando, Reynosa, Guerrero, Miguel Alemán, Mier, Camargo, Díaz Ordaz, Río Bravo, Méndez, Valle Hermoso, Nuevo Laredo, Matamoros, Cruillas y Burgos.

La producción de hidrocarburos en el Activo Integral Burgos destaca por la producción de gas no asociado, la cual para el año 2017 representó el 68.8%, mientras que la producción de gas asociado en el año 2014 representó el 1.4%<sup>4</sup>. La aportación del Estado a la producción de petróleo crudo representó solo el 0.40% del total del país, en el 2017, mientras que la producción de gas no asociado representó el 46.1% y la de gas asociado fue de fue del 0.34% de la producción total del país. En la Gráfica 2 se muestra la tendencia de la producción de hidrocarburos en Tamaulipas en los últimos siete años, la cual presenta una tendencia a la baja en la producción.

<sup>3</sup> La clase SCIAN 211110 "Extracción de petróleo y gas" incluye unidades económicas dedicadas principalmente a la extracción de petróleo crudo y de hidrocarburos crudos en estado gaseoso (gas natural). Incluye también: U.E.D.P. a la obtención de líquidos del gas natural en campos petroleros y de gas (INEGI 2013: 104).

<sup>4</sup> No hay información disponible para los años subsecuentes.

**GRÁFICA 2**  
**Producción de petróleo crudo, gas asociado y gas no asociado en Tamaulipas**



Fuente: elaboración propia con datos de Pemex. Base de Datos Institucional (BDI) y Sener. Sistema de Información Energética (SIE).

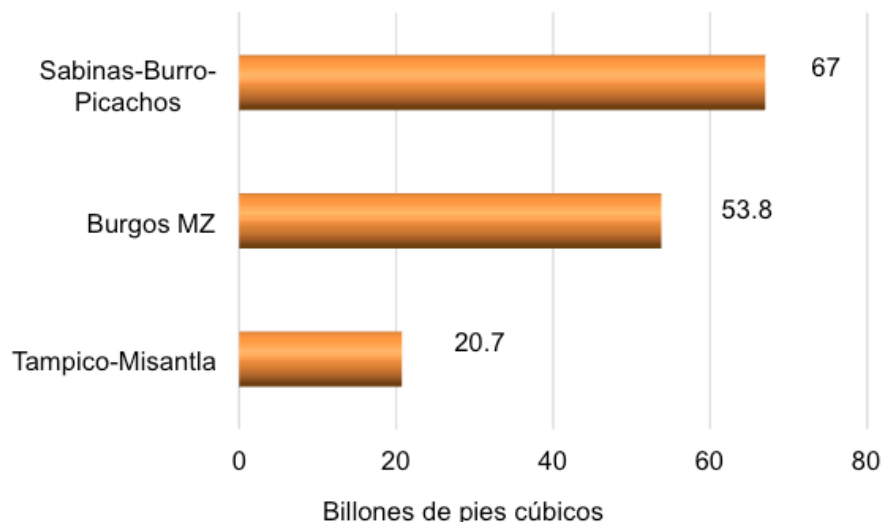
En este sentido, la entrada de la inversión privada nacional y extranjera en la industria petrolera en México permitirá la exploración y explotación de hidrocarburos en el país. Siendo Tamaulipas uno de los estados que posiblemente reciba la mayor entrada de inversiones por las altas reservas probables de gas *shale*, esto porque pertenece a las provincias petroleras de Tampico-Misantla y Burgos donde se encuentran las mayores reservas de este gas. Sin embargo, estas reservas de hidrocarburos se encuentran en yacimientos no convencionales que requieren de la técnica del *fracking* para su extracción, la cual se considera altamente contaminante por sus repercusiones en el ambiente y la salud. En el siguiente apartado se da una panorámica de los trabajos exploratorios de gas *shale* en Tamaulipas.

### El gas shale en Tamaulipas

Pemex en el año 2011 estimó un potencial nacional de gas *shale* de 141,5 billones de pies cúbicos el equivalente a 28,3 miles de millones de barriles de petróleo crudo. Esta misma prospectiva de recursos se mantiene hasta enero del año 2017. La distribución de gas en *shale* por provincia petrolera se muestra en la Gráfica 3, en la cual destaca el recurso prospectivo de gas en las provincias de Sabina-Burro-Picacho con 67 billones de pies cúbicos, y Burgos con 53,8 billones de pies cúbicos. En ese sentido, Pemex asume que dichos recursos significan para el país una oportunidad única para incrementar la producción futura de gas natural en el largo plazo, así como para detonar beneficios en términos de inversiones, empleo, recaudación y desarrollo económico regional (Sener 2014). En correspondencia con la Reforma Energética aludida, el Gobierno Federal prevé que la apertura del mercado para la exploración y extracción de hidrocarburos en el país tenga su mayor potencial en los recursos de gas *shale*, el cual se concentran en el Estado de Tamaulipas debido a que pertenece a la provincias petroleras de Burgos y Tampico-Misantla (véase Gráfica 3).

**GRÁFICA 3**

**Recursos prospectivos documentados de gas *shale* por provincia petrolera en México**



Fuente: Comisión Nacional de Hidrocarburos. Pemex (Enero 2017a)

De acuerdo con Pemex (2014: 28) la exploración de recursos prospectivos se enfoca en *plays*<sup>5</sup> o campos no convencionales de aceite y gas en lutitas, en horizontes de edad Jurásico Superior Tithoniano y Cretácico Superior Turoniano. Por su parte, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (enero 2017a), informó que existen 18 pozos exploratorios de aceite y gas *shale* terminados en el país, de los cuales cinco se localizan en los municipios de Cruillas y Burgos en Tamaulipas<sup>6</sup>. En la Tabla 1 se muestran las características principales de los pozos reportados como productores de aceite y gas *shale* en el Estado, siendo el pozo ANHELIDO 1, localizado en el municipio de Cruillas el mayor pozo productor comercial de aceite y gas *shale*.

**TABLA 1**  
**Pozos exploratorios de aceite y gas shale terminados en Tamaulipas**

Pozo	Prof. Total (mts)	Terminación	Intervalo Productor (mts)	Municipio	Resultado
ANHELIDO 1	3,945	28-dic-12	2,847-2,922	Cruillas	Productor comercial de aceite y gas
NUNCIO 1	4,900	23-nov-13	4,821-4,865	Burgos	Productor comercial de gas seco
MOSQUETE 1	4,156	11-jun-14	4,030-4,094	Burgos	Improductivo seco
CEFIRO 1	4,598	28-sep-14	4,502-4,560	Burgos	Productor comercial de gas seco
SERBAL 1	4,750	28-ene-15	4,620-4,715	Cruillas	Productor no comercial de gas húmedo

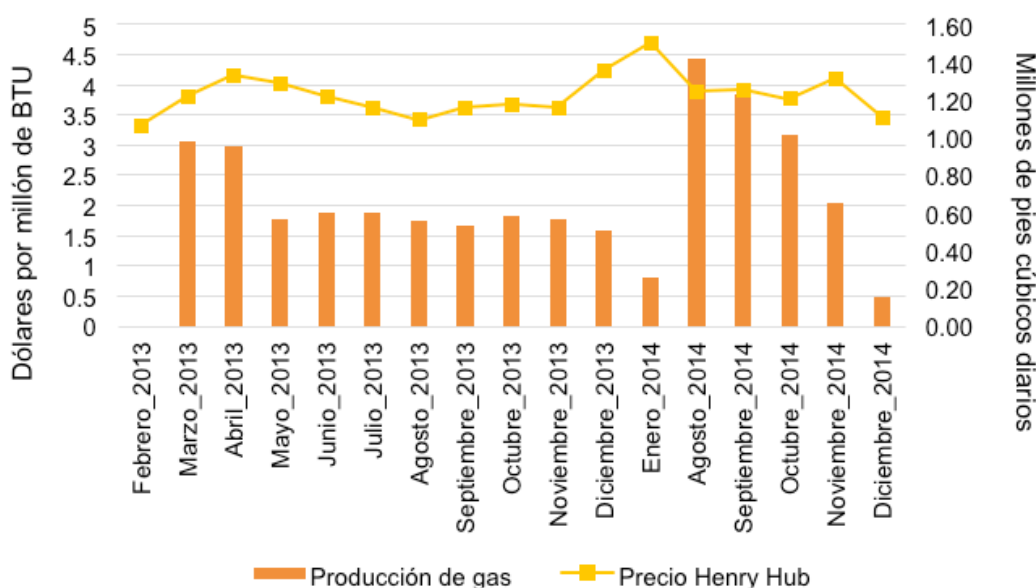
Fuente: Comisión Nacional de Hidrocarburos, junio de 2015 y enero de 2017a.

<sup>5</sup> Un *play* se refiere al conjunto de pozos localizados en una zona determinada.

<sup>6</sup> Siete de los pozos exploratorios se encuentran en el estado de Coahuila y cinco en el estado de Nuevo León (CNH Enero 2017).

En la Gráfica 4 se muestra la producción de gas *shale* en el pozo Anhérido localizado en el municipio de Cruilla frente al precio Henry Hub del gas natural. Cabe destacar que una de las características de la producción de gas *shale* es el decrecimiento de la producción a lo largo de los años –Arroyo y Perdiel (2015) estiman una tasa de depreciación del 15% por año; Hughes (2016) estima un rango entre 75 y 85% en un periodo de tres años-. La producción reportada para este pozo, disponible para los años 2013 y 2014, presenta una tasa de crecimiento negativa del 26.8%. Los precios a la baja de gas natural en los últimos años (por debajo de los 5 dólares por MMBTU), están fuera de los precios de equilibrio para su comercialización –el cual debiera estar arriba de los 8 dólares por MMBTU-, lo cual representaría beneficios palpables en la producción de gas *shale*.

**GRÁFICA 4**  
**Producción de gas *shale* en el pozo Anhérido en Cruillas, Tamaulipas**



Fuente: elaboración propia con información de las base de datos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (2017b) y la *U.S. Energy Information Administration* (2017)

Cabe destacar que los trabajos iniciales de Pemex se han enfocado en la exploración de gas *shale*. La explotación que se da de este tipo de hidrocarburos es mínima, no llegando aún a altos niveles de extracción. Por tanto, la información reportada hasta este momento con relación a este tipo de hidrocarburo aún es escasa. No obstante, la dinámica de esta actividad depende de las rondas que realiza el Gobierno con respecto a las adjudicaciones para acceder a tales recursos, pues de ellas dependerá la dinámica de la industria petrolera, así como sus efectos en Tamaulipas.

Aún no es posible visualizar en detalle los impactos que traerá esta actividad industrial a la población tamaulipeca en términos sociales, ambientales y económicos. Pero es posible adelantar los análisis y formulación de escenarios que permitan visualizar estos impactos basados en la experiencia internacional para prevenir los impactos negativos que se puedan generar, como parte de las recomendaciones del principio de precaución. Por lo que, en el siguiente apartado y dada la creciente necesidad sobre los estragos que se pudieran ocasionar, se plantea la problemática del consumo de agua que posiblemente exista con la aplicación de la técnica de *fracking*, y para lo cual es necesario priorizar y garantizar el acceso al agua a la población y a los ecosistemas, así como insertar el principio de precaución dentro de la legislación ambiental hasta determinar las consecuencias de esta actividad.

## **EL CONSUMO DE AGUA POR *FRACKING* VS. LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN TAMAULIPAS**

### **Consumo de agua por la técnica del *fracking***

La técnica de fracturación hidráulica o *fracking* es utilizada para extraer hidrocarburos en yacimientos no convencionales. Esta técnica comenzó a utilizarse desde los años cincuenta en los Estados Unidos, pero es varias décadas después que se hace de manera intensiva debido a la complejidad de la innovación tecnológica requerida y a los altos costos que implica la extracción de hidrocarburos en este tipo de yacimientos. Actualmente, el avance de la tecnología ha facilitado la explotación de hidrocarburos en estos yacimientos en grandes volúmenes, siendo los Estados Unidos, como ya se dijo, el principal productor.

La técnica de *fracking* implica hacer una perforación vertical, debido a que los yacimientos se encuentran a una mayor profundidad en comparación con los yacimientos convencionales; y después una perforación horizontal para tener una mayor cobertura en la explotación del gas *shale* (Campero 2014; Estrada 2013). De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) esta técnica consiste en generar uno o varios canales que incrementen la permeabilidad de la roca a través de la inyección de fluidos a alta presión, de modo que abran una fractura en el yacimiento. Con el fin de evitar el natural cierre de la fractura, en el momento en que se reduce la presión hidráulica que la mantiene abierta, se bombea junto con el agua, un agente apuntalante comúnmente arena, que mantiene las fracturas abiertas (Semarnat 2015: 6). Esta técnica requiere inyectar grandes volúmenes de agua, de arena y de otros agentes químicos a alta presión para extraer el gas contenido en las rocas.

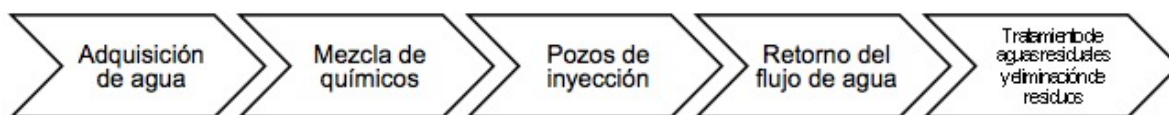
De acuerdo con la *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA) la cantidad de agua inyectada en pozos para el *fracking* varía significativamente entre las zonas, en función de la permeabilidad de la formación rocosa y la longitud y profundidad del pozo. Además, la cantidad de agua que consume cada pozo de manera individual también puede variar ampliamente entre los pozos dentro de cada *play* (U.S. EPA 2015b). No obstante, se estima que se utilizan entre 70-140 billones de galones de agua para fracturar 35.000 pozos cada año, esto es aproximadamente el consumo anual de agua de 40 a 80 ciudades, cada una con una población de 50.000 habitantes (Earthworks, Hydraulic Fracturing 101 2014). En España se estima un consumo de entre 9.000 y 29.000 millones de litros por cada pozo (CSCO y SMA 2014: 14). Estrada (2013) menciona que la explotación en yacimientos no convencionales en comparación con la perforación convencional requiere de alrededor de diez veces más agua. Campero (2014) menciona que el consumo de agua puede ser de 9 a 29 millones de litros por pozo, por lo que si se perforaran 20 mil pozos, se está requiriendo el agua necesaria para uso personal y doméstico entre 5 y 15,9 millones de personas al año.

En los Estados Unidos, el consumo de agua diario estimado utilizado por *fracking* en yacimientos de *gas shale* para *Eagle Ford* es de 180,16 millones de litros por día, en *Marcellus* es de 57,9 millones de litros por día, y en *Haynesville* es de 39 millones de litros por día. Los yacimiento en Barrett estiman 10,2 millones de litros por pozo y para Fayetteville 11,2 millones de litros por pozo (De la Vega y Ramírez 2015). Aun cuando las cifras son variadas de acuerdo con la experiencia internacional, queda claro que el recurso agua es un insumo fundamental en el proceso de productivo que implica extracción de *gas shale*.

Por otro lado, la U.S. EPA (2015a) define el ciclo del agua por *fracking* en cinco etapas: 1) adquisición de agua, se requiere de grandes volúmenes de agua (superficial y subterránea); 2) mezcla de químicos, el agua se combina con diversos aditivos químicos para crear el fluido para el *fracking*; 3) pozos de inyección, se inyecta el fluido del *fracking* en el pozo para fracturar la formación geológica que permite que el aceite/gas escape para ser recogido en la superficie; 4) retorno del flujo de agua, el retorno de líquido del *fracking* inyectado el pozo a la superficie, y el posterior transporte para su reutilización, tratamiento o disposición; y 5) tratamiento de aguas residuales y eliminación de residuos, la reutilización, tratamiento y liberación,

o la eliminación de las aguas residuales generadas en la plataforma, así, como el agua producida (véase Figura 2).

**FIGURA 2**  
**Etapas del ciclo de agua por *fracking***



Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (2015a)

Las implicaciones que derivan del consumo de agua por esta técnica de extracción, de acuerdo con la U.S. EPA, repercuten en el cambio de la cantidad y calidad del agua potable disponible; la disposición en la superficie y el agua subterránea, afectados por derrames y/o fugas en las instalaciones; la liberación de fluidos en la tierra y debido a la inadecuada construcción u operación de pozos; el movimiento en los acuíferos de agua potable de las sustancias naturales encontradas bajo tierra, tales como metales o materiales radiactivos; y, la contaminación del agua potable por contaminantes debido a la descarga de las aguas superficiales y al tratamiento inadecuado de las aguas residuales, así como los subproductos producidos en las instalaciones de tratamiento de agua potable mediante la reacción de los contaminantes del *fracking* con desinfectantes utilizados en el tratamiento.

La Semarnat (2015: 7) menciona que el *fracking* "de no hacerse bajo condiciones de protección ambiental, puede provocar diversos impactos; entre éstos, los más relevantes son: competencia por el agua, contaminación de los acuíferos, contribución al calentamiento global, contaminación del suelo, contaminación atmosférica, afectación a la infraestructura carretera y habitacional, así como pérdida de la biodiversidad". Con esto se destaca que no solamente la disponibilidad y calidad del agua se verían afectadas, sino que además se vulneran otros aspectos ambientales, así como el ámbito social. Por lo tanto, es necesario evaluar la importancia de los recursos hídricos con los que cuentan las zonas con probables reservas de este hidrocarburo y evitar en la medida de lo posible se atente contra la disponibilidad y calidad de agua para la población y los ecosistemas. Siendo necesario pugnar por la incorporación del principio de precaución en la legislación ambiental de México.

### **La disponibilidad de agua en Tamaulipas**

El norte del país se caracteriza por su baja disponibilidad de agua, en Tamaulipas en las primeras estimaciones de sequía para mayo de 2013, se presentaron condiciones de sequía con intensidades de anormalmente seco a sequía severa mientras que para 2015 se presentaron sequías moderadas (Conagua 2014 y 2016). De acuerdo con los *Censos de Población y Vivienda 2010*, el 95,1% de la población en la entidad federativa tiene cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado. De las viviendas particulares habitadas con agua entubada, el 95,8% tiene dotación de agua diariamente, el 2,3% cada tercer día, y el resto de manera esporádica.

El número de plantas potabilizadoras municipales en Tamaulipas es 43 con capacidad instalada de 15.088 litros por segundo, y con caudal potabilizado de 11.092 litros por segundo. El número de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación es de 99, con una capacidad instalada de 8,06 metros cúbicos por segundo y un caudal tratado de 7,5 metros cúbicos por segundo. El número de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación es de 44, con una capacidad instalada de 7,80 metros cúbicos por segundo y un caudal tratado de 5,70 metros cúbicos por segundo (Conagua 2014).

El volumen de agua concesionado (incluye agua superficial y subterránea) para la entidad federativa en el año 2016 fue de 4.215,1 millones de metros cúbicos, lo cual representó el 4,9% del total del país. En la Gráfica 5 se muestra el volumen concesionado de agua por uso consuntivo, el cual corresponde en mayor medida al uso agrícola con un 88,01%, seguido del abastecimiento público con un 7,94%. Cabe destacar que volumen concesionado al usuario industrial no incorpora las concesiones de pozos otorgadas a las empresas para realizar sus actividades productivas, siendo esta una de las razones por la que es bajo el volumen concesionado para este rubro.

**GRÁFICA 5**  
**Participación porcentual del volumen concesionado de agua por uso consuntivo en Tamaulipas, 2015**



Fuente: Conagua. Estadísticas del Agua en México. Edición 2016.

Las tarifas por servicio de agua potable y alcantarillado en Tamaulipas varían en cada municipio, dependiendo de la actividad económica que lo caracterice. En la *Ley de Aguas de Tamaulipas* en la Título VI, Capítulo V de los precios y tarifas, se especifican los rangos de agua para cada usuario, así como las tarifas dependiendo del consumo que tengan. Por ejemplo, estas tarifas se incrementan en rangos de 10 metros cúbicos y son diferentes dependiendo del usuario. Para el usuario doméstico la tarifa oscila entre los 30 y 80 pesos por los primeros 10 metros cúbicos, posteriormente por los siguientes 10 metros cúbicos se le suman tarifas que van entre los 3 y 5 pesos y así, sucesivamente. El usuario comercial tiene una tarifa por los primeros 10 metros cúbicos de entre 40 a 170 pesos y los siguientes rangos de 10 metros cúbicos tienen tarifas que oscilan entre los 5 y 10 pesos. El usuario industrial paga una tarifa por los primeros 10 metros cúbicos de entre 20 a 350 pesos y por los siguientes rangos de 10 metros cúbicos de entre 4 a 20 pesos. El usuario de servicios públicos paga una tarifa por los primeros 10 metros cúbicos que oscila en 20 a 130 pesos, por los subsecuentes rangos de 10 metros cúbicos se pagan tarifas de entre 4 a 20 pesos.

La diferencia en la tarifa de cada municipio se debe a las actividades que realizan. Por ejemplo, el municipio de Altamira destaca por la actividad industrial, alberga alrededor del 30% del total de la producción de químicos y petroquímicos que genera el estado, y hospeda al clúster petroquímico más grande de país, el cual produce el 100% de la producción de hule sintético en el país. En este caso, el usuario industrial paga tarifas de 350 pesos por los primeros diez metros cúbicos. El municipio de San Fernando se destaca por ser el principal productor de sorgo en el Estado, siendo que Tamaulipas es el mayor productor de este producto en el país, pero su producción es temporal (depende de las lluvias). Mientras que la segunda actividad económica más importante del municipio es el comercio, en este caso el usuario comercial paga tarifas de 169 pesos por los primeros diez metros cúbicos.

En el caso de la actividad de extracción de petróleo y gas en la entidad federativa, el consumo de agua, de acuerdo con el *Censo Económico 2014*, es de 2.785.000 de pesos, el cual representa el 5% del consumo total en el país realizado por esta actividad, porcentaje que podría elevarse debido al uso de la técnica del *fracking*.

Estas breves características con respecto al recurso hídrico en el Estado dan un panorama de la situación actual del recurso, la cual podría cambiar, y afectar la disponibilidad y calidad del agua. Es importante notar que los indicadores mencionados corresponden al total del estado, ya que para los municipios estas cantidades son menores y afectarán principalmente a aquellos con probables reservas de *gas shale*.

En el siguiente apartado se hace mención, a manera de ejemplo, de la disponibilidad de agua en dos de los municipios en los que existe explotación de pozos de *gas shale*, así como del resto de los municipios con posibles reservas de *gas shale* pero que aún no cuentan con la actividad de explotación. De esta manera se deja en entredicho la necesidad de prestar atención a la propuesta de una gestión integral del agua que priorice el consumo humano y de los ecosistemas antes que el uso industrial.

### **Consumo de agua para el *fracking* en Tamaulipas**

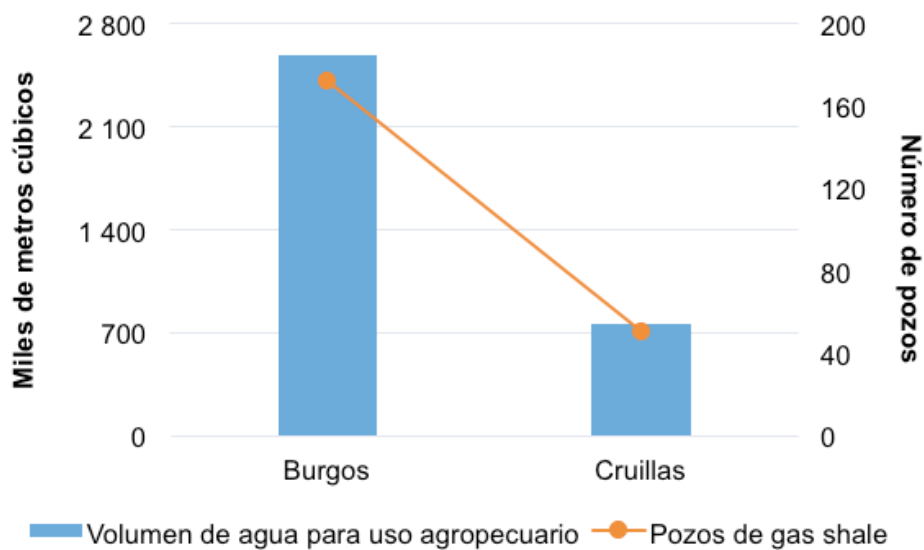
Ante la baja disponibilidad de agua y excesiva utilización por el sector agrícola, resultan alarmantes los grandes volúmenes de agua requeridos por la técnica del *fracking*, como también evadir la responsabilidad de las futuras implicaciones que se tendrán con respecto a la disponibilidad y calidad futura del agua para el consumo humano y de los ecosistemas. Por lo que cabe preguntarse ¿De dónde se dispondrá del agua requerida para la aplicación de la técnica de *fracking* en el Estado de Tamaulipas? ¿Cuáles serán los usuarios afectados por la disminución del líquido? ¿Se importará agua de otros sitios? El Gobierno Estatal necesariamente tendrá que hacer frente a esta problemática.

Para ejemplificar el consumo de agua por *fracking* en Tamaulipas se analizan, de manera hipotética, los casos para los municipios de Burgos y Cruillas los cuales tienen pozos contenidos en *gas shale* y el volumen concesionado de agua por uso consuntivo sólo incorpora el agropecuario y el abastecimiento público. Supóngase que el promedio de agua utilizada para la explotación de un pozo de *gas shale* sea de 15.000 millones de litros de agua, con el volumen concesionado para uso agrícola en el municipio de Burgos se podrían explotar 172,5 pozos, mientras que en el municipio de Cruillas se explotarían 51 pozos (véase Gráfica 6).



**GRÁFICA 6**

**Volumen concesionado de agua para uso agropecuario y números de pozos de gas *shale* que se podrían explotar en los municipios de Burgos y Cruillas**



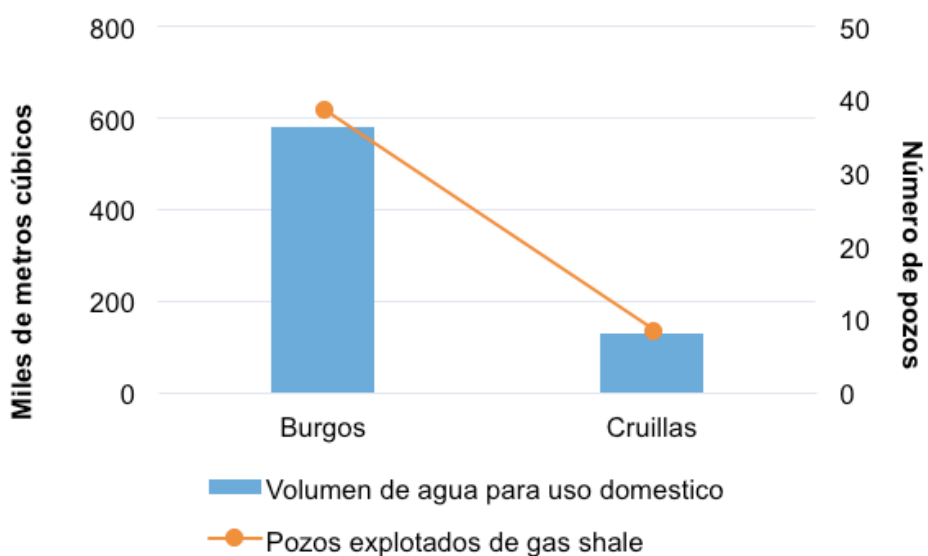
Nota: Las cifras del volumen de agua corresponden al año 2009.

Fuente: elaboración propia con datos del CONAGUA. Cubo de usos del agua, 2010.

En la Gráfica 7 se muestra que con el volumen de agua concesionado para el abastecimiento público en el caso del municipio de Burgos se podrían explotar 38,6 pozos de gas *shale* mientras que en el municipio de Cruillas se podrían explotar 8,6 pozos.

**GRÁFICA 7**

**Volumen concesionado de agua para abastecimiento público y números de pozos de gas *shale* que se podrían explotar en los municipios de Burgos y Cruillas**



Nota: Las cifras del volumen de agua corresponden al año 2009.

Fuente: elaboración propia con datos del CONAGUA. Cubo de usos del agua, 2010.

Con la disponibilidad de agua que actualmente tienen estos dos municipios se podrían explotar como máximo 500 pozos, y ello sería a costa de acabar con las actividades agropecuarias, lo que provocaría la migración de la población a otras localidades por falta de agua. Suponiendo que el agua se tratara después de su uso, esto implicaría altos costos debido a la cantidad de químicos utilizados, además de requerir de infraestructura adecuada para hacerlo, lo cual debería ser absorbido por las empresas dedicadas al *fracking*. Hay que destacar que para que los beneficios por explotación de gas *shale* sean rentables es necesario explotar una gran cantidad de pozos, y si el insumo agua es insuficiente, eso implica que esta actividad es aún menos rentable.

En la Tabla 2 se muestra una estimación del panorama del agua para el caso de los municipios con posibilidad de reservas de gas *shale* pero que aún no cuenta con la actividad de explotación para este tipo de gas. Se destaca que los municipios con mayor población son los que tienen mayor cantidad de agua concesionada para uso agropecuario, cabe destacar que el sector agrícola forma parte importante en la economía de estos municipios. La perspectiva en estos municipios muestra que al igual que en los municipios anteriores se tendría que dejar de utilizar agua en el sector agropecuario para realizar la actividad de explotación extracción de gas *shale*, vulnerando la actividad primaria en estos municipios.

**TABLA 2**  
**Volumen de agua concesionada para uso agropecuario frente al número de pozos explotados de gas *shale***

<b>Municipio</b>	<b>Volumen de agua concesionado para uso agropecuario, 2009 (Miles de metros cúbicos)</b>	<b>Número de pozos explotados de gas <i>shale</i>(*)</b>
Méndez	2.451	163
Nuevo Laredo	6.665	444
Mier	12.655	844
Gustavo Díaz Ordaz	15.703	1.047
Guerrero	16.629	1.109
San Fernando	18.093	1.206
Miguel Alemán	24.043	1.603
Camargo	72.754	4.850
Reynosa	190.445	12.696
Valle Hermoso	239.798	15.987
Matamoros	292.403	19.494
Río Bravo	522.394	34.826

(\*) Estimaciones realizadas con información del CONAGUA

Fuente: elaboración propia con datos del CONAGUA. Cubo de usos del agua, 2010.

En la Tabla 3 se muestra la perspectiva de los pozos de gas *shale* que se pudieran explotar con la cantidad de agua concesionada para uso doméstico. Nuevamente la mayor explotación de pozos se daría en los municipios con mayor población, esto vulnera el derecho humano al agua si se da prioridad a la uso del agua para la actividad petrolera con respecto al uso humano y al de los ecosistemas. Los municipios de Nuevo Laredo, Matamoros y Reynosa tendrían una mayor actividad de explotación de pozos por la cantidad de agua concesionada que tienen, la localización de los pozos dependería de la localización de las reservas de gas que existan en estos municipios, la incertidumbre que esta actividad genera con respecto a las repercusiones que traería a la población y a los ecosistemas implica la necesidad de la implementación del principio de precaución.

**TABLA 3**  
**Volumen de agua concesionada para uso doméstico frente al número de pozos explotados de gas *shale***

<b>Municipio</b>	<b>Volumen de agua concesionado para uso doméstico, 2009 (Miles de metros cúbicos)</b>	<b>Número de pozos explotados de gas <i>shale</i>(*)</b>
Valle Hermoso	174	12
Camargo	306	20
Méndez	496	33
Guerrero	788	53
Mier	788	53
Miguel Alemán	2.808	187
Gustavo Díaz Ordaz	2.871	191
San Fernando	5.653	377
Río Bravo	11.967	798
Nuevo Laredo	36.100	2.407
Matamoros	48.553	3.237
Reynosa	49.254	3.284

(\*) Estimaciones realizadas con información del CONAGUA

Fuente: elaboración propia con datos del CONAGUA. Cubo de usos del agua, 2010.

Estos ejemplos hipotéticos sólo incluyen a los catorce municipios con probables reservas de gas *shale* y con vulnerabilidad en la disponibilidad y calidad del agua. En el caso del municipio de San Fernando, el mayor productor de sorgo en el Estado, también se considera con altas probabilidades de reservas técnicamente recuperables de este gas. Sin embargo, a la fecha ya presenta afectaciones del recurso hídrico, por lo que, existe la probabilidad de cuando esta actividad despegue estas afectaciones se profundizarán.

Cabe destacar que la actividad agrícola podría ser la primera en ser afectada en el estado. En el caso de la población se atenta contra el derecho humano al acceso al agua potable, debido a que existe la posibilidad de que se comprometa el agua de consumo doméstico para realizar esta actividad industrial, y de no ser así existe el riesgo de que pueda ser contaminada, vulnerando la calidad del agua que llegue a los hogares en estos municipios. En este sentido, la normatividad orientada a favorecer a las comunidades locales para garantizar su bienestar y desarrollo no está clara en las leyes que rondan la Reforma Energética, en esta se apunta a garantizar la satisfacción de los intereses de las empresas que llegarán, no importando que se violen los derechos humanos de la población, como sería el derecho humano al acceso al agua estipulado en el artículo 4º de la Constitución Federal Mexicana.

### **EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN Y EL DERECHO HUMANO AL ACCESO AL AGUA EN TAMAULIPAS**

La incertidumbre generada por esta actividad pareciera significar que debido a la poca disponibilidad de agua y ante la nueva dinámica industrial en el estado, el agua destinada a los usos doméstico, público y agrícola es susceptible de ser destinada a la actividad industrial para poder realizar la técnica de *fracking*. No obstante, que la actividad agrícola también se caracteriza por utilizar grandes volúmenes de agua, el agua de retorno producida por esta técnica podría causar afectaciones a los ecosistemas y la salud pública, además de contaminar las aguas superficiales y subterráneas, y los suelos.

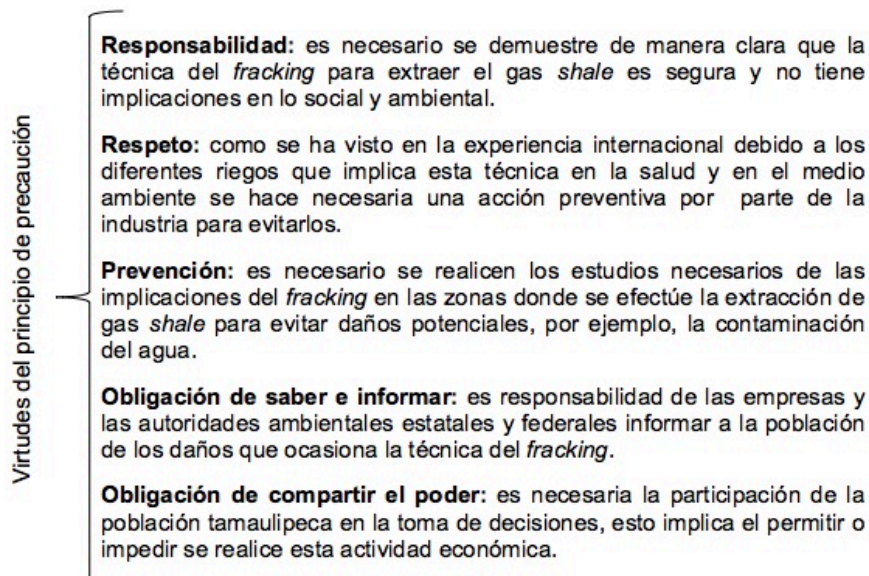
En este sentido y de acuerdo con Lees (2012) el principio de precaución sirve como una guía para la evaluación de actividades industriales altamente contaminantes, así como para orientar la toma de

decisiones para evitar daños en el medio ambiente. En el caso del uso de la técnica del *fracking* este principio exigiría un revisión exhaustiva y transparente de los daños potenciales que puede generar, para que con base en ello se desarrollen normas ambientales y políticas públicas que prevengan los daños en el ambiente y el bienestar de la población.

Desde la perspectiva de Riechman (2002), la introducción del principio de precaución debe incorporar al menos las cinco virtudes del principio, mencionados anteriormente, antes de iniciar la actividad de exploración y explotación de gas *shale* mediante el *fracking* (véase Figura 3), siendo necesario informar a la población de las municipios del Estado de Tamaulipas de los potenciales riesgos de esta técnica para evitar daños en lo social y ambiental.

### FIGURA 3 Principio de precaución vs. *fracking* en Tamaulipas

Fuente: elaboración propia



Carbonell (2017: 99) propone

*"decretar una moratoria hasta que se tenga mayor información sobre esta técnica y sus consecuencias al ambiente [...] metodologías para la medición y reducción de riesgos, así como determinar la sensibilidad de la población y los posibles efectos en su salud, así como los posibles daños en el ecosistema"*.

En este punto se insiste que el principio de precaución se integre en la legislación ambiental mexicana en materia de actividades industriales altamente contaminantes, las cuales inciden de manera negativa en la calidad de vida y bienestar de la sociedad mexicana aunado a las afectaciones en los ecosistemas.

## CONCLUSIONES

El marcado crecimiento en los últimos años en la producción de gas *shale* en el mercado estadounidense llevó a realizar estudios sobre la disponibilidad de reservas recuperables en el mundo, en los cuales figura de manera preponderante México. Las reformas estructurales en los últimos años, de manera específica la referente a materia energética, dan la pauta a la apertura de la inversión privada para la extracción de este tipo de hidrocarburo. Misma que presenta ambigüedad con respecto al proceso en el que se hará la

transición, y sobre los herramientas y métodos con los que enfrentarán los diversos problemas sociales y ambientales que deriven de esta apertura, en específico a lo concerniente al tratamiento que se dará al recurso agua con respecto a su disponibilidad y calidad.

Ante los grandes volúmenes de agua necesarios para la aplicación de la técnica del *fracking* y la baja disponibilidad de agua en los municipios de Tamaulipas con posibles reservas de gas *shale*, existe la posibilidad de vulnerar el agua destinada para el uso doméstico y agrícola –esto de acuerdo con el ejercicio hipotético realizado en el apartado cuatro–, lo cual llevaría al quebrantamiento del derecho humano al acceso al agua en las condiciones mínimas enunciadas por la ONU y la OMS. De manera general se concluye que más que visualizar los múltiples beneficios económicos de la apertura de la industria petrolera en el país, y en este caso en el Estado de Tamaulipas, es necesario enfocarse y profundizar en los impactos sociales y ambientales que traerá consigo al Estado. Es necesaria la incorporación del principio de precaución en la legislación ambiental para exponer de manera clara los impactos del *fracking* en el ambiente, principalmente en el agua, así como los impactos sociales, principalmente en la salud de la población. Además de informar a la población de las medidas que tomará el gobierno del Estado de Tamaulipas para hacer frente a los problemas de disponibilidad y contaminación de agua que, directamente, atentan contra el derecho humano al acceso al agua potable enmarcado en el artículo 4º de la Constitución Federal.

Finalmente, es necesario exponer alternativas de análisis para estudiar los diferentes impactos sociales y ambientales resultado de esta actividad industrial, siendo preponderante la inclusión de la participación social para un diseño adecuado de propuestas que deriven en un beneficio social y ambiental. Por lo tanto, es importante incorporar el principio de precaución en la legislación ambiental mexicana en materia de actividades industriales altamente contaminantes, es este caso por el uso de la técnica de *fracking*, y que se genere una propuesta de gestión integral del agua que priorice el derecho humano al acceso al agua potable y el de los ecosistemas sobre las actividades económicas.

## BIBLIOGRAFÍA

Alianza Mexicana Contra el Fracking (2013): "Principales problemas identificados con la explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica en México (fracking)", FUNDAR México. Recuperado de <http://fundar.org.mx/mexico/pdf/DocumentoFrackingMexico.pdf>, 15 de Octubre de 2014.

Arroyo, A. y Perdiel, A. (2015): "Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe Experiencias generales y tendencias en la Argentina, el Brasil, Colombia y México". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura Cepal*, No. 169, Santiago de Chile: Naciones Unidas.

BP Statistical Review of World Energy (2015): "BP Statistical Review of World Energy. June 2015", 64th edition, UK. Recuperado de <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> 13 de Abril de 2016.

Campero Arena, C. (2014): "Impactos socioambientales en los procesos de fractura hidráulica", en Benjamín Robles Montoya (Coord.). *Impacto social y ambiental del fracking*, Senado de la República, LXII Legislatura, pp. 41-47. México: Instituto Belisario Domínguez y Alianza Mexicana Contra el Fracking.

Carbonell León, M. N. (2017): "Fracturación Hidráulica y Principio Precautorio" en Marisol Anglés Hernández, Ruth Roux y Enoc Alejandro Rivera García (Coordinadores). *Reforma en materia de hidrocarburos. Análisis jurídicos, sociales y ambientales en perspectiva*, pp. 79-99. México: UNAM, Instituto de investigaciones Jurídicas y Universidad Autónoma de Tamaulipas.

CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos) (2015): "Seguimiento a la exploración y extracción de aceite y gas en lutitas", Junio 2015, México: CNH y PEMEX. Recuperado de [http://www.cnh.gob.mx/docs/Aceite\\_gas\\_lutitas/seguimiento\\_a\\_la\\_exploracion\\_y\\_extraccion\\_de\\_aceite\\_y\\_gas\\_en\\_lutitas.pdf](http://www.cnh.gob.mx/docs/Aceite_gas_lutitas/seguimiento_a_la_exploracion_y_extraccion_de_aceite_y_gas_en_lutitas.pdf) 7 de Junio de 2015.

CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos) (2017a): "Seguimiento a la exploración y extracción de aceite y gas en lutitas", Enero 2017, México: CNH y PEMEX.

CNH (Comisión Nacional de Hidrocarburos) (2017b): Estadísticas de Petróleo y Gas. Recuperado de <https://portal.cnih.cnh.gob.mx/estadisticas.php> 16 de marzo de 2017.

Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (2002): "Observación General No. 15. El derecho al agua". Recuperado de [http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/general/docugral/ONU\\_comentariogeneralagua.pdf](http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/general/docugral/ONU_comentariogeneralagua.pdf), 25 de Junio de 2015.

CONAGUA (Comisión Nacional de Agua) (2010): *Cubos de usos de agua*, México: CONAGUA.

CONAGUA (Comisión Nacional de Agua) (2014): *Estadísticas del Agua en México, Edición 2014*, México: SEMARNAT y CONAGUA.

CONAGUA (Comisión Nacional de Agua) (2016): *Estadísticas del Agua en México, Edición 2016*, México: SEMARNAT y CONAGUA.

CSCO (Confederación Sindical de Comisiones Obreras) y SMA (Secretaría de Medio Ambiente) (2014): "Impacto ambiental del sistema de fracturación hidráulica para la extracción de gas no convencional", Madrid, pp. 14. Recuperado de [https://info.nodo50.org/IMG/pdf/informe\\_fracking.pdf](https://info.nodo50.org/IMG/pdf/informe_fracking.pdf), 22 de Noviembre de 2014.

De la Vega Navarro, A. y Ramírez Villegas, J. (2015): El Gas de Lutitas (Shale Gas) en México. Recursos, explotación, usos, impactos, *EconomíaUNAM*, Vol. 12, No. 34, pp. 79-105.

Diario Oficial de la Federación (2014): *Diario Oficial de la Federación del 18 de agosto de 2014*. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro\\_110814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LHidro_110814.pdf), 17 de Mayo de 2015.

Diario Oficial de la Federación (2013): *Diario Oficial de la Federación del 20 de diciembre de 2013*. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5327463&fecha=20/12/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5327463&fecha=20/12/2013), 18 de Mayo de 2015.

Diario Oficial de la Federación (2012): *Diario Oficial de la Federación del 8 de febrero de 2012*. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM\\_ref\\_200\\_08feb12.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_200_08feb12.pdf), 20 de Mayo de 2015.

Di Giulio, D., Wilking, R., Miller, C. y Oberley, G. (2011): "Investigation on Ground Water Contamination near Pavillion", Wyoming, Ada, Oklahoma: Environmental Protection Agency. Recuperado de [http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/EPA\\_ReportOnPavillion\\_Dec-8-2011.pdf](http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/EPA_ReportOnPavillion_Dec-8-2011.pdf), 22 de Octubre de 2014.

Earthwork. Hydraulic Fracturing 101 (2014): "Hydraulic fracturing - What it is?". Recuperado de [http://www.earthworksaction.org/issues/detail/hydraulic\\_fracturing\\_101#.UkwHMtLibK0](http://www.earthworksaction.org/issues/detail/hydraulic_fracturing_101#.UkwHMtLibK0), 5 de Noviembre de 2014.

Esteve Pardo, J. (2006): "La Intervención administrativa en situaciones de incertidumbre científica. El Principio de Precaución en Materia Ambiental" en José Esteve Pardo (coordinador) *Derecho del Medio Ambiente y Administración Local*, España: Fundación Democracia y Gobierno Local, pp. 201-210.

Estrada, J. (2013): *Desarrollo del gas lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético de México: reflexiones para Centroamérica*, México: CEPAL México/Naciones Unidas.

García De Domingo, A., Ponce De León Gil, D. y Vadillo Fernández, L. (2014): *Recomendaciones ambientales en relación con las medidas preventivas y correctoras a considerar en proyectos relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos mediante técnicas de fractura hidráulica*, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Ministerios de Economía y Competitividad e Instituto Geológico y Minero de España.

Gobierno del Estado de Tamaulipas (s.f): *Agenda Energética de Tamaulipas*, México: Gobierno del Estado de Tamaulipas. Recuperado de <http://indicadorpolitico.mx/images/pdfs/tamaulipas-agenda-energetica.pdf> 5 de Octubre 2014.

Hughes, J. D. (2016): *2016 Shale Gas Reality Check. Revisiting the U.S. Department of Energy Play-by-Play Forecasts through 2040 from Annual Energy Outlook 2016*, U.S.A: Post Carbon Institute.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010): *Censos de población y vivienda 2010*, México: INEGI. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2013): *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2013*, México: INEGI.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2014): *Censos Económicos 2014*. México: INEGI. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx>

Jiménez De Parga, P. (2003): "Análisis del principio de precaución en derecho internacional público: perspectiva universal y perspectiva regional europea", *Política y Sociedad*, Vol. 40, Núm. 3, pp. 7-22.

Lees, Z. (2012): "Anticipated Harm, Precautionary Regulation and Hydraulic Fracturing", *Vermont Journal of Environmental Law*, Vol 13, pp. 575-612. Recuperado de <http://vjel.vermontlaw.edu/files/2013/06/Anticipated-Harm-Precautionary-Regulation-and-Hydraulic-Fracturing.pdf>, 7 de Agosto de 2015.

Moreu Carbonel, E. (2015): La fracturación hidráulica en el derecho europeo y español, *Boletín Ecos*, No. 32, Septiembre-Noviembre, pp. 1-7.

ONU (Organización de las Naciones Unidas) y OMS (Organización Mundial de la salud) (2010): "El derecho al agua". *Folleto informativo*, No. 35. Recuperado de <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf>, 29 de Junio de 2015.

Osborn, S., Vengosh, A., Warner, N. y Jackson, R. (2011): "Methanecontamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing", *PNAS*, May 17, Vol. 108, No. 20, pp. 8172-8176. Recuperado de <http://www.pnas.org/content/early/2011/05/02/1100682108.full.pdf+html>, 11 de Septiembre de 2015.

Pemex (Petróleos Mexicanos) (2014): *Anuario estadístico PEMEX 2013*, México: Pemex, Dirección Corporativa de Finanzas. Recuperado de [http://www.pemex.com/acerca/informes\\_publicaciones/Documents/informes\\_art70/2013/Informe\\_Anual\\_PEMEX\\_2013.pdf](http://www.pemex.com/acerca/informes_publicaciones/Documents/informes_art70/2013/Informe_Anual_PEMEX_2013.pdf) 15 de Abril de 2015.

Pemex. Base de Datos Institucional (BDI) (2017). Recuperado de <http://ebdi.pemex.com/bdi/bdiController.do?action=temas&fromCuadros=true>.

Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas (2014): *Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas del miércoles 22 de octubre de 2014*. Tomo CXXXIX, No. 127.

Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas (2014): *Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas del miércoles 3 de abril de 2013 2014*. Tomo CXXXVIII, No. 41.

Resnikoff, M., Alexandrova, E. y Travers, J. (2010): "Radioactivity in Marcellus Shale", Nueva York: Radioactive Waste Management Associates. Recuperado de <http://energy.wilkes.edu/PDFFiles/Library/Marcellus%20Shale%20Radioactivity%20Report%205-18-2010.pdf>, 22 de Abril de 2015.

Riechmann, J. (2002): "Introducción: un principio para reorientar las relaciones de la humanidad con la biosfera", en Riechmann y Tickner (coords.) *El Principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*, pp.7-37, Barcelona: Icaria.

Santillo, D., Johnston, P. y el Equipo de Campañas de Greenpeace España (2002): "Principio de precaución y evaluación de riesgo", en Riechmann y Tickner (coords.) *El Principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*, pp.83-98, Barcelona: Icaria.

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2015): *Guía de Criterios Ambientales para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos contenidos en Lutitas*, México: Semarnat.

Sener Sistema de Información Energética (SIE) (2007): The National Petroleum Council: "Unconventional gas", en *Working Document of the NPC Global Oil & Gas*. July 18, Paper No. 29. <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Sener (Secretaría de Energía) (2014): "¿Qué es el shale gas/oil y cuál es su importancia?". Recuperado de <http://www.sener.gob.mx/> 15 de Octubre de 2014.

Tickner, J. (2002): "Un mapa hacia la toma de decisiones precautoria", en Riechmann y Tickner (coords.) *El Principio de precaución. En medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*, pp.41-82, Barcelona: Icaria.

U.S. EIA (U.S Energy Information Administration) (2013): *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States*. Washington, DC 20585: U.S. Department of Energy.

U.S. EIA (U.S Energy Information Administration) (2017). Independent Statistics & Analysis. Recuperado de <https://www.eia.gov/>

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2015a): "The Hydraulic Fracturing Water Cycle". Recuperado de <http://www2.epa.gov/hfstudy/hydraulic-fracturing-water-cycle>, 5 de Mayo de 2015.

U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2015b): *Case study analysis of the impacts of water acquisition for hydraulic fracturing on local water availability*, EPA/600/R-14/179. Recuperado de [http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/hf\\_water\\_acquisition\\_report\\_final\\_6-3-15\\_508\\_km.pdf](http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/hf_water_acquisition_report_final_6-3-15_508_km.pdf), 10 de Mayo de 2015.

Wright, P.R., McMahon, P.B., Mueller, D.K. y Clark, M.L. (2012): "Groundwater-quality and quality-control data for two monitoring wells near Pavillion", Wyoming, April and May 2012, *U.S. Geological Survey Data Series 718*, 26. Recuperado de <http://pubs.usgs.gov/ds/718/>, 7 de Octubre de 2014.