



Principales problemas identificados con la explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica en México (fracking)



I. Introducción	2
a) El gas de esquisto y su extracción a partir de técnicas de fractura hidráulica	2
b) Importancia real o percibida del gas de esquisto para la economía global y mexicana	2
c) Gas de esquisto, calentamiento global y otros impactos socioambientales	
d) La política energética y el gas de esquisto en México	3
II. Impactos socioambientales de la explotación del gas de esquisto	4
a) Gas de esquisto contra disponibilidad para el consumo humano de agua. Impactos en el agua por la explotación de gas de esquisto.	5
1. Uso intensivo de agua en el proceso de fractura hidráulica	6
2. Elementos tóxicos añadidos al agua para facilitar el proceso de fractura	6
3. Riesgo de contaminación de mantos freáticos. Implicaciones para la garantía del derecho constitucional al acceso al agua	10
b) Gas de esquisto y emisiones de gases contaminantes	10
c) Gas de esquisto y cambio climático	11
1. Explotación de gas de esquisto: ¿etapa de transición hacia fuentes de energías más sustentables?	12
2. Aumento de la dependencia con respecto a combustibles fósiles de yacimientos no convencionales	13
d) Otras afectaciones asociadas a la explotación de gas de esquisto	14
e) Marco normativo insuficiente para hacer frente a afectaciones por la explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica	14
III. Gas de esquisto como alternativa cara e impráctica	15
a) Estimación prospectiva de reservas de gas de esquisto en México	17
b) Cuestionamientos con respecto a la rentabilidad de los proyectos de extracción de gas de esquisto por fractura hidráulica	19
c) El gas de esquisto y la Reforma Energética	
d) Alternativas viables a la explotación de gas de esquisto por técnicas de fractura hidráulica	20
V Consideraciones finales	21
VI Demandas	23
Referencias	28
Anexos	



Principales problemas identificados con la explotación de gas de esquisto en México por fractura hidráulica (*fracking*)

I. Introducción

a) El gas de esquisto y su extracción a partir de técnicas de fractura hidráulica

No existe diferencia alguna entre el gas de esquisto y el bien denominado gas natural (metano con algunas impurezas que son removidas en el proceso de refinación). La única característica distintiva del gas de esquisto es que se encuentra, precisamente, atrapado en sedimentos de roca abundantes en esquisto (también conocida como pizarra o lutita) y otros materiales orgánicos a profundidades de mil a cinco mil metros. La porosidad y baja permeabilidad de los sedimentos de esquisto presentan características propicias para contener gas natural. Asimismo, el gas de esquisto puede existir en la misma placa con petróleo ligero y otros hidrocarburos. Es común que en castellano se denomine al gas de esquisto como gas de pizarra o gas de lutita. En inglés es fácil identificarlo como *shale gas*.

En las zonas donde se determina la posible existencia de sedimentos de esquisto, se perforan pozos por medio de una técnica compleja denominada fractura hidráulica. Esta técnica parte de la perforación de un pozo vertical que puede alcanzar una profundidad de tres mil metros contados a partir la superficie. Al alcanzar la profundidad deseada, se realiza una perforación horizontal que puede alcanzar longitudes de uno a un kilómetro y medio. La perforación horizontal se repite radialmente en diferentes direcciones, partiendo desde el mismo pozo de perforación vertical inicial y con diversos túneles multidireccionales.

Debido a la baja permeabilidad de la roca de esquisto, para la extracción del gas es necesario fracturar la roca hidráulicamente a elevadas presiones con una mezcla concentrada de agua, arena y sustancias químicas para promover el flujo de crudo y gas en un yacimiento. Una vez que sale el gas, el flujo disminuye muy pronto (con tasas de declinación de entre 29 y 52 por ciento anual), por lo cual es necesario realizar continuamente el procedimiento de fractura hidráulica en un mismo pozo (hasta 15 veces). Un diagrama explicativo sobre todas las etapas correspondientes a la técnica de extracción de gas de esquisto por fractura hidráulica se muestra en el Anexo I. La fractura hidráulica ha recibido el apelativo de *fracking* en inglés, como una abreviatura del término *hydraulic fracturing*. El uso del término *fracking* para referirse a la técnica de fractura hidráulica se ha popularizado internacionalmente más allá de los países de angloparlantes.

b) Importancia real o percibida del gas de esquisto para la economía global y mexicana

A lo largo de la última década, la declinación de los yacimientos de gas y petróleo convencional y el crecimiento de la demanda energética (Agencia Internacional de la Energía, 2012)¹ han generado las condiciones propicias para fortalecer el mercado de hidrocarburos no convencionales. La escasez relativa de hidrocarburos y el aumento de la demanda internacional en la última década han desencadenado una escalada de los precios de estos bienes, tornando costeadables algunas técnicas de extracción inconcebibles bajo un esquema de precios bajos como la refinación de arenas bituminosas, la explotación de yacimientos de petróleo en aguas profundas o la explotación de hidrocarburos en sedimentos de esquisto por medio de técnicas de fractura hidráulica, entre otras.

Bajo esta justificación, diferentes países promueven la explotación del gas de esquisto en su territorio, con Estados Unidos (EE.UU.) a la vanguardia. En este país —en un contexto de crisis y ante la necesidad de buscar nuevos espacios de inversión para los mercados financieros tras el desplome del sistema hipotecario— la producción de gas de esquisto aumentó exponencialmente a partir de 2010, hasta representar el cuarenta por ciento de toda la producción nacional de gas natural (Engdahl, 2013). Esto supuso una caída en los precios del gas, debido al aumento de la oferta. Debido a los altos costos de producción del gas de esquisto ha tornado inviable económicamente la explotación de algunos pozos (Rogers, 2013).

c) Gas de esquisto, calentamiento global y otros impactos socioambientales

Lo más preocupante de la creciente tendencia a explotar hidrocarburos no convencionales es que se erigen como un obstáculo mayúsculo para la resolución de dos de los retos más grandes que enfrenta actualmente la humanidad en su conjunto: el alza en las temperaturas globales desencadenada por la emisión creciente de gases de efecto de invernadero (GEI), y la falta de agua de calidad para el consumo humano y la conservación de los ecosistemas que proveen de recursos naturales. El “descubrimiento” de yacimientos adicionales de estos bienes fortalece la dependencia que la economía mundial manifiesta en el aprovechamiento y, sobre todo, combustión de recursos no renovables. Estas técnicas desvían valiosos recursos que podrían ser destinados a implementar una urgente transición hacia fuentes de energía renovables y sostenibles, así como a introducir modelos económicos más eficientes, que reduzcan sustancialmente la tasa de extracción-consumo-desecho de materiales en el mundo, sin perjudicar —sino todo lo contrario, mejorando— las condiciones de vida de la población, en condiciones de equidad.

Es particularmente preocupante que los defensores de la explotación de gas de esquisto por medio de técnicas de fractura hidráulica presenten esta actividad como una alternativa frente al cambio climático. Efectivamente la combustión de metano es más limpia que la combustión de otros hidrocarburos como son el petróleo o el carbón. Sin embargo, la

¹ La Agencia Internacional de la Energía (AIE) señala en su informe de 2012 sobre el sector energético mundial, que la demanda energética crecerá un tercio de aquí a 2035. Sólo el consumo energético de China, India y Oriente Medio supondrá el sesenta por ciento de este aumento.



explotación de yacimientos de metano, particularmente la explotación realizada por métodos de fractura hidráulica, expone a la atmósfera a emisiones de este gas que no son captadas por quienes realizan la explotación. En Estados Unidos, treinta por ciento de las emisiones de metano provienen de ineficiencias propias de los métodos de extracción. Una cantidad determinada de metano en la atmósfera tiene un efecto veinte veces mayor sobre el calentamiento global a lo largo de un periodo de 100 años que una cantidad equivalente, en peso, de dióxido de carbono (*Environmental Protection Agency*, 2013).

Por otra parte, estas técnicas hacen uso de millones de litros de agua que tendrían que ser empleados para garantizar el abasto de agua a seres humanos. Asimismo, invariablemente se contamina mantos freáticos y aguas superficiales, afectando toda la vida que depende de estas fuentes y, por supuesto, el abasto humano de este vital líquido. Esto es particularmente preocupante en México, donde el derecho humano al acceso al agua de calidad a todos los habitantes del país se encuentra plasmado en el artículo 4 de la Constitución desde febrero de 2012.

d) La política energética y el gas de esquisto en México

Paradójicamente, el gas natural es presentado por el gobierno de Enrique Peña Nieto, en su Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE; SENER, 2013) y en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2016 (PND; Gobierno de la República, 2013), como la alternativa cuya implementación es necesaria para llevar a cabo una transición hacia fuentes de generación de energía más limpias y sustentables. Las referencias a temas energéticos plasmadas tanto en la ENE como en el PND se centran en incentivar una mayor participación del capital privado en el sector eléctrico y petrolero, tanto en el almacenamiento y distribución de hidrocarburos como en la refinación de crudo, en la petroquímica y en la explotación de gas de esquisto. En el caso de los hidrocarburos no convencionales, como el gas de esquisto, se señala que su explotación deberá adaptarse a las condiciones legales y económicas que prevalecen en el país. Esta afirmación parece indicar que la proliferación de proyectos de extracción de gas de esquisto por fractura hidráulica tendrá un desarrollo lento a menos de que se adopten medidas especiales para su promoción —como promover reformas a la legislación energética vigente—.

Es pertinente cuestionar la prioridad que ambos documentos dan a la transición hacia el uso de gas natural y, en concreto el gas de esquisto. Esta tendencia representa un desvío de esfuerzos y recursos públicos en un esfuerzo cuyo ulterior desenlace será generar mayor dependencia, para la economía del país, en la explotación de hidrocarburos en el mediano plazo. Estos recursos podrían gozar de un uso más eficiente si el gobierno mexicano se comprometiera a invertir directamente en la generación de energía a partir de fuentes renovables que no contribuyan al calentamiento global o generen otros impactos negativos significativos sobre el medio ambiente.

II. Impactos socioambientales de la explotación del gas de esquisto

El gas de esquisto no puede ser considerado como un insumo limpio para la generación de energía, como se ha afirmado en comunicados del gobierno y en la publicidad que presentan algunas empresas distribuidoras de gas natural. Su explotación presenta altos riesgos para el medio ambiente: contribuye al cambio climático; consume y contamina millones de litros de agua superficial y del subsuelo.

a) Gas de esquisto contra disponibilidad para el consumo humano de agua. Impactos en el agua por la explotación de gas de esquisto.

Los proyectos de extracción por fractura hidráulica tienen serias consecuencias para la disponibilidad de agua en zonas adyacentes a los sitios de extracción. En resumen, se pueden identificar tres principales impactos en el agua:

- Disminución de disponibilidad del agua para los seres humanos y ecosistemas:
Se requieren de 9 a 29 millones de litros para la fractura de un solo pozo (Lucena, 2013). Es decir que cuando hay un desarrollo generalizado de estos proyectos en una región determinada, se compite por el agua para otros usos poniendo en peligro la realización del derecho humano al agua, es decir al agua para consumo humano y doméstico, así como la para la producción agrícola y el sostenimiento de los ecosistemas.
- Contaminación de las fuentes de agua:
En Estados Unidos, existen más de 1,000 casos documentados de contaminación del agua cerca de pozos de fractura hidráulica. (*Food & Water Watch*, 2012). Esta contaminación genera efectos negativos sobre la calidad del agua a corto y largo plazo de una región.
- Contribuye al calentamiento global:
La explotación del gas esquisto contribuye a la aceleración del cambio climático debido a las emisiones de gas metano que se producen por ineficiencias en la extracción, procesamiento, almacenamiento, traslado y distribución. El metano es un gas que presenta un efecto invernadero 20 veces más potente que el dióxido de carbono (CO₂). Conforme aumente la temperatura del planeta, se harán más frecuentes e intensas las sequías e inundaciones a nivel global, lo cual tendrá implicaciones para el acceso y la disponibilidad del agua de calidad (IPCC, 2008).

1. Uso intensivo de agua en fractura hidráulica

La técnica de fractura hidráulica para obtener gas de esquisto se divide en etapas. Primero se realizan siete etapas de fractura y cada una de éstas necesita entre 1,100 y 2,200 m³ de agua. Esto significa que para el total del pozo el consumo de agua ascender a 9,000 a 29,000 m³



(Lucena, 2013). Es importante destacar que generalmente las inversiones de este tipo implican la proliferación de cientos de pozos por lo que el consumo de agua se multiplica, entrando en directa competencia con el actividades productivas. Gustavo Madero ha afirmado que en la propuesta de Reforma Energética a ser presentada por los legisladores del Partido Acción Nacional (PAN) se ha propuesto abrir 20,000 pozos al año para la explotación de gas de esquisto (Ramírez, 2013). De cumplirse con la apertura de este número de pozos, se requeriría, anualmente, un volumen de agua equivalente al necesario para cubrir el consumo doméstico de 4.9 a 15.9 millones de personas de un año². Estos datos nos obligan a replantear cuáles son nuestras prioridades en la implementación de políticas públicas.

En Coahuila, una de las regiones donde esta actividad se está realizando, la disponibilidad de agua es ya limitada. Debido a la baja precipitación que presenta esta entidad (muy por debajo de la media nacional), se depende, principalmente, de fuentes de agua subterráneas, muchas de ellas sobreexplotadas. Rubén Moreira, gobernador de Coahuila, ha propuesto construir diez mil pozos utilizando la técnica de fractura hidráulica para la extracción de gas de esquisto. En 2011, fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los estudios técnicos del acuífero Allende-Piedras Negras que coincide con la región identificada como rica en reservas de gas de esquisto. Este estudio recomienda declarar una veda en la explotación de agua en la región debido a la creciente demanda de agua. El estudio advierte que “de no establecer a corto plazo la veda en el acuífero, se puede incrementar la extracción de agua subterránea de manera descontrolada, generando efectos perjudiciales como desaparición de manantiales o disminución de su gasto, abatimiento de los niveles del agua subterránea, incremento de los costos del bombeo, etc.”.

El estudio calcula que la disponibilidad media anual de agua subterránea para el acuífero Allende-Piedras Negras es de 18.7 millones de m³/año. De construirse los 10 mil pozos que propone el gobernador, se requeriría entre 90 y 290 millones de m³ de agua en el transcurso de algunos años (dependiendo de diversos factores). No sorprende que la propuesta de decreto para el acuífero Allende – Piedras Negras (Cofemer, expediente 04/0970/230413) no establezca la veda recomendada sino una “zona reglamentada”, lo que permitirá a la Comisión Nacional del Agua (Conagua) vigilar las concesiones y asignaciones, sin dejar de autorizar el uso de este volumen del acuífero para actividades de extracción de gas por fractura hidráulica.

2. Elementos tóxicos añadidos al agua para facilitar el proceso de fractura

El líquido utilizado para el proceso de fractura hidráulica está compuesto en un noventa por ciento por agua, uno a dos por ciento por aditivos químicos de diversa índole y un siete a ocho por ciento por agentes de sostén, también conocidos como apuntalantes, los cuales son utilizados para mantener abiertas las grietas por donde sale el gas de la roca. Es preocupante la falta de información que existe a nivel internacional sobre cuáles son los aditivos químicos utilizados. El derecho a la propiedad intelectual de otros países, como Estados Unidos, protege

² Cálculo propio considerando un consumo de 100 litros por persona al día el cual es considerado como un consumo adecuado para uso personal y doméstico.



a las empresas involucradas en la extracción de hidrocarburos por fractura hidráulica de la obligación de divulgar cuál es la composición química de las sustancias que son incorporadas al fluido de perforación (*US House of Representatives*, 2011). Contar con información precisa sobre cuáles son las sustancias involucradas en este proceso es fundamental para poder realizar cualquier esfuerzo de medición de impactos que la explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica pueda tener sobre el medio ambiente y en la salud.

En total, se han identificado más de 2,500 productos y, al menos, 750 tipos diferentes de químicos en el fluido de perforación (*US House of Representatives*, 2011). Estudios como el de Colborn *et al*, realizados con base en informes sobre vertidos y accidentes en la explotación, corroboran el uso de más de 750 diferentes tipos de químicos (Colborn *et al*, 2011) (El anexo I de este informe hace un listado de algunas de las sustancias incorporadas al fluido de perforación por las empresas involucradas en la extracción del gas de esquisto). El informe Impacto Ambiental del Sistema de Fracturación Hidráulica para la extracción de gas no convencional, señala que más del 25% de las sustancias pueden causar cáncer y mutaciones, el 37% pueden afectar al sistema endócrino, más del 50% causan daños en el sistema nervioso y casi el 40% provocan alergias (sensibilizantes) (Comisión Sindical de Comisiones Obreras, 2012).

Es importante tomar en consideración que, además de los químicos citados arriba, el líquido de perforación se combina en el proceso de fractura con sustancias disueltas en el sedimento de pizarra como son metales pesados, metaloides y metano dando pie a reacciones químicas imprevistas de naturaleza nociva para la salud humana y de otros organismos (Lucena, 2013). Por último, esta mezcla se encuentra en riesgo de entrar en contacto con elementos radioactivos presentes en la profundidad de las rocas, como es el caso del radón (Food and Water Watch, 2012).

Lo anterior supone retos con respecto al manejo de lodos que brotan del pozo, los cuales deben ser tratados como residuos peligrosos y/o tóxicos. Sin embargo, la experiencia internacional demuestra que, a falta de regulación, estos lodos suelen ser tratados en plantas de tratamiento inadecuadas o vertidos en arroyos, ríos o depósitos de agua. Asimismo, existe un gran riesgo de que los lodos puedan llegar a contaminar mantos freáticos. Todo ello, consecuentemente, supone riesgos para el ambiente y la salud de las personas que viven en las regiones donde se explota el gas de esquisto.

Por otra parte, es importante considerar la totalidad de los riesgos presentes a lo largo de toda la cadena de actividades que implica la explotación de este bien. Los insumos tóxicos de este proceso son susceptibles de accidentes en su traslado hacia el pozo y su manejo previo en preparación a la fractura del pozo. Este problema ha generado conflictos en Estados Unidos (Urbina, 2011) y en otros países como España, Suecia, Inglaterra y Francia. En el último caso, se encuentra prohibida la extracción de gas de esquisto desde junio de 2011 (ver cuadro I).



Cuadro I: Prohibiciones y moratorias a las técnicas de explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica en el mundo:

Francia	La técnica de fractura hidráulica fue prohibida por el parlamento el 30 de junio de 2011
Bulgaria	La técnica de fracking fue prohibida el 18 de enero de 2012
Rumanía	Una moratoria sobre la fractura hidráulica terminó en 2012. No fue prorrogada por el gobierno.
Sudáfrica	El gobierno estableció una moratoria en septiembre de 2012 para la explotación del gas de esquisto en la región de Karoo.
Alemania	En mayo de 2012, el gobierno alemán decidió detener temporalmente sus planes de implementación de la fractura hidráulica.
República Checa	A finales de 2012, el gobierno planteó la posibilidad de establecer una moratoria en la explotación del gas de esquisto, pero hasta el momento no ha habido algún avance.
Argentina	La fractura hidráulica ha sido prohibida en la comunidad Conco Salto, en la Patagonia. Sin embargo, la actividad continúa desarrollándose en el país. Argentina se sitúa en el segundo lugar mundial en reservas técnicamente recuperables de gas de esquisto.
España	Las comunidades autónomas de Cantabria y La Rioja, en 2012 y 2013, respectivamente, prohibieron la fractura hidráulica en su territorio. Valle de Mena (Burgos) se ha declarado como municipio libre de fractura hidráulica. Fuerteventura se ha opuesto a la decisión del gobierno central de explotar gas de esquisto en el mar.
Suiza	El cantón de Friburgo ha prohibido la fractura hidráulica. El gobierno declaró una moratoria nacional.
Italia	Dos proyectos de explotación de gas de esquisto fueron paralizados, uno mediante la protesta social y un segundo por el propio gobierno.

Irlanda del Norte	En 2011, el parlamento votó a favor de una moratoria de dos años sobre la fractura hidráulica. El gobierno aún no ha tomado medidas para implementarla.
Irlanda	En 2013, el gobierno estableció una moratoria informal de dos años sobre la explotación del gas de esquisto.
Reino Unido	Aunque existe oposición a la explotación del gas de esquisto y el consejo municipal de Keynsham Town votó en contra de la misma, el gobierno de esta municipalidad continúa firme en su apuesta por esta actividad. En 2013 ha hecho públicos sus planes para reducir el cobro de impuestos a este tipo de proyectos.
Australia	Algunos estados y comunidades han establecido moratorias y prohibiciones en torno a la explotación del gas de esquisto.
Nueva Zelanda	La fractura hidráulica se desarrolla en pequeña escala. Sin embargo, existen diversas ciudades y municipios que se han declarado libres de esta práctica.
Canadá	Desde 2011, la provincia de Quebec ha prohibido la explotación de gas natural mediante fractura hidráulica.
Estados Unidos	En Estados Unidos, donde la fractura hidráulica ha sido utilizada de manera extensiva, se han producido numerosos conflictos socioambientales desencadenados por los impactos asociados a esta actividad. Diversos estados y ciudades han prohibido la fractura hidráulica. Tal es el caso del estado de Vermont en 2012. Ese mismo año, el estado de Nueva Jersey prohibió el depósito de residuos procedentes de la extracción de gas de esquisto en su territorio. Otros estados y ciudades han declarado moratorias para la fractura hidráulica. Tal es el caso del estado de Nueva York.

Fuente: Keep Tap Water Safe (2013)



3. Riesgo de contaminación de mantos freáticos

Un informe de Wright *et al.* (2012) señala que el agua subterránea cerca de Wyoming contenía sustancias químicas asociadas con la fractura hidráulica. 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 (DiGiulio *et al.*, 2011), bromuros, materiales radioactivos-como uranio, radio y radón (Resnifoff *et al.*, 2010) y filtraciones de metano (Osborn *et al.*, 2011), todos ellos provenientes del proceso de extracción del gas de esquisto.

Por otro lado, se han documentado rupturas en las protecciones construidas para las aguas subterráneas (hechas de acero y hormigón), debido a la presión ejercida durante el proceso del fractura hidráulica (Zurich, 2011). Esto significa que los lodos pueden contaminar directamente el agua subterránea, así como el subsuelo mismo. Las empresas dedicadas a la explotación de gas de esquisto señalan que utilizan tecnología de punta para el reciclado de los lodos residuales del fluido de perforación. Sin embargo, estas tecnologías aún se encuentran en fase de desarrollo (Associated Press, 2010) y no implican el reciclaje total de agua. El estudio de Rozell y Reaven (2011) señala que las técnicas asociadas con el fracking conllevan un riesgo ambiental potencial dadas las grandes cantidades que se usan y un riesgo sustancial de contaminación del agua.

Una vez que el proceso de fractura ha concluido, el observatorio petrolero del sur (2011), estima que regresa a la superficie entre 9 y 35% del fluido, estas proporciones varían de acuerdo al pozo. Sin embargo, la toxicidad del fluido que regresa a la superficie puede llegar a ser mayor que la del utilizado para la fractura hidráulica, circunstancia que obliga a extremar los cuidados en términos de almacenaje y tratamiento de aguas residuales. Es común que las condiciones mismas del pozo imposibiliten realizar los trabajos de recuperación y que el agua que no se recupera y que se encuentra contaminada, permanezca en el subsuelo –con ominosas repercusiones para los mantos acuíferos, constituyendo una muy potencial fuente de contaminación.

Cuando el agua extraída no puede ser reciclada, los lodos pueden ser inyectados en la tierra con taladros. El impacto de la inyección de estas sustancias en la superficie terrestre se desconoce, ya que los químicos se encuentran sujetos a presión y calor y puede haber filtraciones al agua subterránea.

4. El derecho constitucional al acceso al agua contra la explotación de gas esquisto

En febrero de 2012, se explicitó en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el Derecho Humano al agua de la siguiente forma en el artículo 4to:

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.

Ante lo expuesto en los apartados anteriores, donde se ha corroborado que la fractura hidráulica consume y contamina grandes volúmenes de agua, el Estado tiene la obligación de garantizar el Derecho Humano al agua de las todas las comunidades y personas, y por ende también a las que viven en las zonas donde potencialmente pueda realizarse la explotación del gas de esquisto.

La evidencia recabada sobre lo que ha sucedido en zonas donde se ha permitido la fractura hidráulica es que ésta, al consumir grandes volúmenes de agua y contaminarla, pone en riesgo el goce del derecho humano al agua. Catarina de Albuquerque, relatora especial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el derecho humano al agua y al saneamiento, llevó a cabo un reporte acerca de la contaminación del agua por fractura hidráulica en EE.UU. y recomendó “la consideración holística del derecho humano al agua en las políticas que tienen un impacto en la calidad del agua, desde la agricultura al uso de productos químicos en las actividades de producción de energía” (Asamblea General de Naciones Unidas, 2011).

b) Gas de esquisto y emisiones de gases contaminantes

Es cierto que la combustión de metano es más limpia que la combustión de otros hidrocarburos como son el petróleo o el carbón. En lo que respecta a partículas contaminantes pesadas, reduce a un mínimo la emisión de partículas de dióxido de azufre y emite menos de la cuarta parte del óxido de nitrógeno que otros hidrocarburos. Sin embargo, las reducciones en la emisión de gases de efecto invernadero no son, precisamente, espectaculares. Manteniendo constante la cantidad de energía generada por la combustión de estos hidrocarburos, la combustión de metano emite el 71.34% de las partículas de CO₂ que la combustión de petróleo y sus derivados; asimismo, emite el 56.25% de las partículas de CO₂ que el carbón. Con respecto al monóxido de carbono (CO), emite el 121.21% de las partículas que emite la combustión de petróleo y el 19.23% de las emisiones correspondientes de la combustión del carbón (cálculo propio con información de la Energy Information Administration, 1999).

Por otra parte, es indispensable considerar que no sólo se deben contabilizar los gases emitidos durante la combustión. La explotación de gas de esquisto -extracción, procesamiento, transporte, almacenamiento y distribución-, supone la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera. El noventa por ciento de estas emisiones se encuentra compuesto por metano (CH₄), el cual procede tanto de la quema de este gas para producir energía, como de los escapes y filtraciones que se producen durante la explotación. En los proyectos de gas de esquisto, el escape de metano es superior en un treinta por ciento al de los proyectos de gas natural convencional (Ecoportal, 2013). Lechtenböhmer *et al.* en su informe de 2011 sobre gas *de esquisto* para la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria del Parlamento Europeo, menciona que otras de las emisiones provocadas por el uso de



camiones y equipos de perforación son Dióxido de Azufre, Óxido de Nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

Un ejemplo de la contaminación del aire provocada por la explotación del gas de esquisto, es la ciudad de Fort Worth en la zona metropolitana de Dallas. Según un estudio de la *Southern Methodist University* de 2008, la extracción de este gas genera una cantidad mayor de *smog* que la totalidad de los coches, camiones y aviones de la región de Dallas-Fort Worth, zona conurbada de más de seis millones de habitantes.

c) Gas de esquisto y cambio climático

Diversos estudios muestran que la explotación del gas de esquisto tiene mayores impactos sobre el cambio climático que la explotación de gas natural proveniente de fuentes convencionales. Ello se debe a que su explotación supone la emisión de grandes cantidades de metano, gas con un potencial de calentamiento global (POT) 21 veces superior al CO₂ (Howarth y Santoro, 2010). De acuerdo con estos autores, es probable que el gas de esquisto presente una amenaza climática aún mayor que el carbón y el petróleo, debido a las importantes emisiones de metano procedentes de la extracción, procesamiento y transporte de este gas.

Otra investigación, realizada por el Centro Tyndall (2011) de la Universidad de Manchester, señala que existe poca evidencia de que el gas de esquisto esté substituyendo el uso del carbón; por lo que el impacto de ambos combustibles, utilizados en simultáneo, podría generar un impacto pernicioso con respecto al aumento de las temperaturas globales. La explotación del gas de esquisto podría suponer un incremento de tres a once partes por millón de volumen de CO₂ sobre los niveles previstos sin este tipo de gas. El análisis de Howarth y Santoro (2010) detalla que en un horizonte de 20 años, el impacto de gases de efecto invernadero ocasionado por el gas de esquisto podría ser por lo menos veinte por ciento mayor que el de la quema de carbón. Incluso calcula que cuando se considera en conjunto la extracción, procesamiento y transporte de gas natural y se compara con otros combustibles fósiles en términos de emisiones totales de gases de efecto invernadero, el impacto del gas de esquisto es mayor que el impacto, en conjunto, de la actual quema de gas natural proveniente de fuentes convencionales, carbón y petróleo.

En EEUU, el veinte por ciento del gas natural consumido proviene de yacimientos de esquisto. Algunos informes calculan que esta proporción llegará hasta cincuenta por ciento en los próximos años. La organización *Council of Scientific Society Presidents*, formada por alrededor de 1.4 millones de científicos, instó a la clase política de aquel país a manejar con cautela la extracción del gas de esquisto, hasta no contar con una mejor base científica sobre los impactos ambientales que pueda ocasionar (*Council of Scientific Society Presidents*, 2010; citado por Greenpeace, 2012).

Por último, la explotación de yacimientos de gas de esquisto no puede ser presentada como una alternativa de transición hacia energías más limpias. El estudio del Tyndall Center



(2011) señala que utilizar el gas de esquisto como un combustible de transición consigue, precisamente, el propósito contrario: implica desviar recursos que deberían invertirse en el desarrollo de fuentes de energía limpia y renovable. Ello retrasaría el aumento de la generación de energía a través de estas fuentes, cuestión fundamental para que exista una rápida disminución en la emisión de gases de efecto invernadero.

Contrario a la evidencia identificada por los estudios y análisis científicos arriba citados sobre gas de esquisto y cambio climático, en el foro “Perspectivas Nacionales e Internacionales de la industria de gas *shale* y su contribución al desarrollo del Sector Energético”, realizado el 17 de noviembre de 2011, el entonces Secretario de Energía, Jordy Herrera, declaró que el gas de esquisto podría ser la llave del futuro económico y energético de México (SENER, 2011). Esto es preocupante en tanto que nos permite elucidar que la determinación de la política pública en México se realiza precipitadamente, sin llevar a cabo una discusión profunda que tome en cuenta la evidencia científica sobre las consecuencias de una política determinada.

d) Otras afectaciones de la explotación del gas de esquisto

La técnica de fractura hidráulica no sólo tiene impactos directos por el consumo y contaminación del agua, por la contaminación del aire y el impacto en el cambio climático. La explotación de gas esquisto por fractura hidráulica representa un cambio de paisaje radical en las zonas rurales incompatible, por la contaminación generada, con otras actividades económicas como son la agricultura, ganadería y turismo. La magnitud de tráfico de grandes vehículos que se desplazan día y noche por los caminos circunvecinos a los sitios donde se desarrollan las diversas etapas del proceso de extracción daña la infraestructura carretera y afectan la tranquilidad de las poblaciones rurales. Dado que la fractura hidráulica requiere de sustancias tóxicas a ser inyectadas en los pozos, esta práctica genera la producción de residuos tóxicos derivados de los contenedores que traen estos insumos. Asimismo, las plataformas y equipo para la perforación de los pozos generan impactos visuales y auditivos negativos en el paisaje.

Es importante destacar que no sólo las comunidades humanas sufren con esta práctica; los ecosistemas se encuentran afectados por la contaminación generando pérdida de biodiversidad. En Wyoming se encuentra documentada la puesta en peligro de especies endémicas a raíz de la contaminación, por filtraciones de metano y otros contaminantes, de los pastos a partir de los cuáles éstas se alimentan (Fox, 2010) . Finalmente, existe creciente evidencia documentada de que la fractura hidráulica puede generar sismos y daños a la propiedad. Esto resulta del manejo de las aguas residuales del proceso que es introducida en pozos para deshacerse de ella (Food & Water Watch, 2012).

e) Marco normativo insuficiente para hacer frente a afectaciones por la explotación de gas de esquisto por fractura hidráulica

De introducirse las actividades de extracción de gas de esquisto por fractura hidráulica en México en las condiciones actuales, no se contará con la normatividad necesaria para



prevenir todas las graves afectaciones señaladas en este capítulo. No existen aún normas oficiales que regulen el control y seguimiento de las operaciones de extracción, transporte, almacenamiento y refinación de este bien; el establecimiento y control de presas de jales que contengan las aguas de desecho expulsadas por los pozos; que protejan los mantos freáticos y aguas superficiales a partir de las cuales la población cubre su derecho constitucional al acceso al agua y que regulen la filtración de emisiones de metano a partir de fisuras en el subsuelo generadas por el proceso de fractura; entre otras afectaciones (Presidencia de la República, 2003). Por otra parte, las normas vigentes correspondientes al ordenamiento ecológico de los territorios del país son inadecuadas pues no toman en consideración, entre otras cuestiones, una visión de cuenca hidrológica en la previsión de impactos socioambientales (Cruz Bello, 2012) como factor determinante al momento de entregar un permiso de operación a proyectos de explotación de gas de esquisto (Semarnat, 2013). La ausencia de esta perspectiva pone en evidencia una irresponsabilidad mayúscula de parte de quienes promueven la extracción de gas por fractura hidráulica, pues se omite un análisis holístico sobre los efectos asociados a esta técnica.

III. Gas de esquisto como alternativa costosa e inviable

a) Estimación prospectiva de reservas de gas de esquisto en México

Petróleos Mexicanos (Pemex) inició los trabajos exploratorios de gas de esquisto a principios del año 2010. En abril de 2013, la *Energy Information Administration* (EIA) del gobierno estadounidense (*Energy Information Administration*; 2013) publicó una evaluación a nivel internacional, que estima que en las cuencas de México existe un recurso técnicamente recuperable de 545 billones de pies cúbicos (mmmmpc) de gas de esquisto. Esta estimación se encuentra por debajo de la realizada por la EIA en 2011, que situaba las reservas de gas de esquisto en 681 mmmmpc (*Energy Information Administration*, 2011). Sin embargo, las estimaciones de Pemex para las provincias geológicas Burro-Picachos-Sabinas, Burgos, Tampico-Misantla, Veracruz y Chihuahua son aún menores. En concreto, Pemex estimó un recurso técnicamente recuperable que puede variar entre 150 y 459 mmmmpc (Pemex, 2012).

Sin embargo, este informe y los estudios realizados por Pemex (2012), presentan únicamente estimaciones sobre los recursos de gas de esquisto en México, por lo cual aún son necesarias más valoraciones e investigación para poder confirmar la existencia de reservas explotables y económicamente viables³. En palabras de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH, 2011), “se requiere de mayores estudios exploratorios para poder definir claramente el potencial de gas de lutitas en México, así como las reservas recuperables”. En este sentido, las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía (AIE) señalan que las probabilidades de que en México los recursos prospectivos sean incorporados como reservas económicamente

³ En algunas regiones de Estados Unidos las estimaciones ya han mermado casi en un noventa por ciento en comparación con los cálculos iniciales (CNH, 2011).



rentables se sitúan entre el 8% y el 40%. Estos valores son inferiores a otros países, como Canadá, donde se sitúan entre el 20% y el 75% (Agencia Internacional de Energía, 2011).

En esta misma línea, Pemex estima que, sólo para analizar las posibilidades de explotar el gas de esquisto de manera comercialmente viable en México, será necesaria una inversión de aproximadamente treinta mil millones de pesos del presupuesto público entre 2010 y 2016. Este monto alcanza para explorar veinte pozos y realizar la evaluación de prospectividad de otros 175 (Estrada, 2012). Pemex también considera que se requerirá un presupuesto estimado de 600 mil millones para el óptimo desarrollo de una industria de explotación de gas de esquisto consolidada para los próximos cincuenta años (Milenio, 2012).

b) Cuestionamientos con respecto a la rentabilidad de los proyectos de extracción de gas de esquisto por fractura hidráulica

Como se ha señalado, las estimaciones sobre la presencia de gas de esquisto se basan en la presencia de recursos recuperables y no de reservas comercialmente viables. Los resultados de la explotación de gas de esquisto en Estados Unidos plantean serias dudas en torno a la viabilidad económica de los proyectos de fractura hidráulica, lo que cuestiona la pertinencia de que México continúe destinando recursos públicos al desarrollo e investigación para la explotación de este tipo de bienes naturales. Algunos de estos resultados se presentan a continuación:

- La industria gasífera en EE.UU. ha reconocido que en el ochenta por ciento de los pozos perforados los costos de producción superan a las ganancias esperadas (Rogers, 2013). De los seis pozos que el gobierno mexicano ha perforado desde 2011, tres han resultado no comerciales⁴, dos no comerciales por no producir condensados⁵ y uno, aunque comercial, presenta baja productividad de gas y condensados, lo que pone en duda su rentabilidad⁶ (Contralínea, 2012).

- La baja rentabilidad de estos proyectos se encuentra directamente relacionada con sus altas tasas de declinación, las cuales se sitúan entre el 29% y el 52% a un año de haber comenzado la extracción. En el caso de México, los dos pozos que se encuentran produciendo este tipo de gas han sufrido caídas importantes en su producción. Así, el pozo Emergente-1 que comenzó produciendo 3 millones de pies cúbicos (mpc) en febrero de 2011, un año después sólo alcanzó 1.37 mpc. Por su parte, el pozo Percutor presentó una caída en su producción del veinte por ciento en sólo seis meses de operación (Contralínea, 2012).

Por otra parte, la eficiencia de recuperación del gas en los yacimientos de esquisto es mucho menor a la recuperación en los yacimientos de gas natural convencionales. Mientras que en el primer caso las tasas de eficiencia de recuperación oscilan entre el 4.7% al 10%, en los yacimientos convencionales se sitúan entre el 75% y el 80% (Rogers, 2013). Gran parte del

⁴ Emergente 1, Montañés 1 y Nómada 1.

⁵ Percutor 1 y Arbolero 1.

⁶ Habano 1.





gas no recuperado por medio de procedimientos de fractura hidráulica es el causante directo de algunas de las afectaciones descritas en el capítulo anterior.

- Otro factor que influye en la rentabilidad de los proyectos es el alto costo que supone su explotación, debido a las complejidades técnicas correspondientes al proceso de extracción, así como las medidas que es necesario implementar para reducir los riesgos de afectaciones sociales y ambientales a lo largo de todo el proceso de explotación. Por lo mismo, el costo de perforación de un pozo en EE.UU. oscila entre 3 y 10 millones de dólares. En México, el costo es aún superior, situándose entre los 12 y los 15 millones de dólares.
- Los altos costos de producción se conjugan con bajos precios en el mercado internacional de gas natural –que a principios de 2012 se situó en 3.40 dólares por mil pies cúbicos—, fenómeno que reduce la rentabilidad de estos proyectos. Con base en estas condiciones de mercado, la CNH afirma que no existen condiciones para que la explotación de gas de esquisto pueda ser económicamente viable en México (Estrada, 2012). Resultados similares se han presentado en EE.UU., donde los costos de producción de este gas rondaron entre los cuatro y seis dólares/mpc en 2012. Por lo mismo, la inversión en los proyectos de gas de esquisto en este país ha disminuido (Rogers, 2012).
- De acuerdo con la CNH (Estrada, 2012), la vida media de los pozos de gas de esquisto es de 20 años. Sin embargo, debido a sus elevadas tasas de declinación, mantener un pozo productivo supone la necesidad de realizar inversiones constantes de capital. Según el estudio de Hughes (2013), para hacer frente a la declinación de los pozos de gas de esquisto en EE.UU. es necesario aumentar la inversión en tareas de perforación de un treinta a un cincuenta por ciento anual, lo que supone invertir anualmente alrededor de 42 mil millones de dólares –lo que equivale a seis millones de USD por pozo-. Esta inversión superó con creces a las ganancias por 32 mil millones de dólares que la producción de gas representó para EE.UU. en 2012.
- Debido a sus estrechos márgenes de beneficio, proyectos que posiblemente podrían llegar a ser rentables dejan de serlo una vez que se encuentran sujetos a regulaciones estrictas –e imprescindibles— necesarias para minimizar y reparar los costos sociales y ambientales asociados a este tipo de extracción descritos en el capítulo anterior. Un ejemplo de lo anterior es el caso del estado de Nueva York, donde algunas empresas no han renovado sus licencias para la explotación de gas de esquisto debido a la posibilidad de que el gobierno fortalezca la regulación en esta materia o establezca una moratoria para la explotación de hidrocarburos por fractura hidráulica (Rogers, 2013).
- Por último, la tasa de Rendimiento Energético sobre la Inversión (EROI, por sus siglas en inglés) de los proyectos de gas de esquisto es de 5:1. Esto significa que es necesario invertir una unidad de energía a lo largo de todo el proceso de explotación



de gas de esquisto para generar cinco unidades equivalentes (el beneficio potencial del gas extraído). Los proyectos de extracción convencional de otros hidrocarburos presentan una tasa EROI por mucho más eficiente, situándose en una razón de 20:1 (Rogers, 2013). La técnica de fractura hidráulica presenta ineficiencias patentes a lo largo de toda la cadena de explotación del gas: supone el uso de grandes cantidades de energía para el transporte y manejo de millones de litros de agua, para generar la presión necesaria para que el agua fracture la roca, además del uso intensivo de camiones para el transporte de insumos, desechos y del mismo gas, entre otras cuestiones.

Las experiencias y análisis sobre la explotación del gas de esquisto en EE.UU. indican que este gas se encuentra lejos de convertirse en una fuente alternativa de energía sostenible, económica, ambiental y socialmente viable. Por el contrario, se trata de una tecnología insegura sujeta a diversos obstáculos debido a los altos costos derivados de la complejidad técnica inherente a sus procesos de explotación, así como de los significativos impactos sociales y ambientales que genera.

c) El gas de esquisto y la reforma energética

Existe escasa información en el Pacto por México (Gobierno de la República, 2013) sobre la Reforma Energética que se encuentra programada en el calendario legislativo para el tercer periodo ordinario de sesiones de la LXII legislatura (segundo semestre de 2013). Todo parece indicar que la reforma procurará impulsar cambios para abrir la puerta a la explotación de este tipo de hidrocarburos en México. La explotación de gas de esquisto se presenta como medida necesaria para revertir la baja producción de gas natural en México y, con ello, reducir las importaciones de este gas. Este proceso de apertura sigue la línea marcada por la Reforma Energética del año 2008, en la que la explotación de hidrocarburos no convencionales –en este caso la extracción de petróleo de yacimientos en aguas profundas y Chicontepec⁷– fue presentada como la tabla de salvación ante la caída de la producción de hidrocarburos observada desde 2004⁸ (SENER y Pemex, 2008). Antes de embarcar al país en la explotación del gas de esquisto, es necesario conocer cuáles han sido los resultados en términos de producción que, hasta el momento, han arrojado estos proyectos desde 2008.

Hace falta que el gobierno rinda cuentas sobre el impacto que los proyectos de exploración y producción en aguas profundas y Chicontepec han tenido para revertir la caída de la producción nacional de hidrocarburos. Hasta ahora, sólo la CNH y la Auditoría Superior de la Federación (ASF) han presentado información con respecto a la producción de proyectos no convencionales de extracción de hidrocarburos. En el caso de aguas profundas, la CNH (2012) ha señalado que el 74% de los proyectos de exploración denominados como “de menos

⁷ También conocido como Proyecto Aceite Terciario del Golfo (ATG).

⁸ La producción nacional pasó de 3.38 millones de barriles de petróleo crudo (mmbpc) en 2004 a 2.79 mmbpc en 2008. Por su parte, el total de reservas probadas de petróleo cayó de 18.9 mil millones de bpc (mmbpc) a 14.7 mmbpc (Pemex, 2013).





rentabilidad”⁹ y “de mayor incertidumbre”¹⁰ son proyectos correspondientes a aguas profundas y gas no asociado. Así, el 75% de los proyectos no convencionales presentan una rentabilidad negativa (pérdidas).

En lo que respecta a Chicontepec, la CNH (CNH, 2009), ha señalado que, desde su inicio, el proyecto ha presentado ineficiencias con respecto a su productividad y rentabilidad. Por su parte, la ASF, en su informe de la auditoría a la cuenta pública realizada en 2011, presenta un comparativo de los avances de los diferentes proyectos prioritarios para Pemex establecidos en el Plan Nacional de Infraestructura 2007-2012 –plan que forma parte del PND 2007-2012 correspondiente al sexenio de Felipe Calderón–. En esta auditoría puede observarse que el proyecto Aceite Terciario del Golfo (ATG), pese a que hasta 2011 ha gastado el 115.4% de los recursos previstos (es decir, un 15% más de lo planeado), presenta, para el año de la auditoría, un nivel de avance físico de 63.9%. Además, este proyecto tiene un costo de producción por barril de petróleo que supera, por mucho, al resto de los proyectos prioritarios para Pemex, el cual asciende a 875.9 pesos. En el caso de Cantarell –tomando en cuenta que este yacimiento se encuentra en declinación desde 2004– el costo por barril es de tan sólo 69 pesos. Dado que el barril de petróleo crudo se vendió en una media de 1,254 pesos en 2011, las ganancias de ATG supusieron únicamente 378.9 pesos por barril frente a los 1,185.8 pesos de ganancia que presenta Cantarell.

Ante los retos que supone el agotamiento de los hidrocarburos, los problemas asociados a la explotación de hidrocarburos no convencionales y el cambio climático, la reforma energética que el país necesita no debe acotarse a aumentar la producción de petróleo y gas. Por el contrario, la seguridad energética del país, así como el cumplimiento de los acuerdos internacionales y nacionales en materia de mitigación del cambio climático, requieren de una reforma cuyo eje rector sea la transición hacia una matriz energética con mayor participación de energías limpias y renovables. En esta transición, no debe haber cabida para la explotación de hidrocarburos provenientes de fuentes no convencionales, como es el caso del gas de esquisto. Esta explotación no puede ser considerada como un paso intermedio hacia la adopción de técnicas limpias y sostenibles de generación de energía. Lo expuesto en este documento indica la irracionalidad que, en términos ambientales, sociales y económicos supondría impulsar el desarrollo de una economía dependiente del gas de esquisto.

Para el caso mexicano, la explotación del gas de esquisto requiere realizar fuertes inversiones para determinar la viabilidad comercial de los recursos prospectivos existentes, cuyos montos necesariamente desviarán recursos del presupuesto público, los cuáles podrían ser aprovechados en cubrir otras necesidades urgentes para el país. Los casos de aguas profundas y Chicontepec marcan una tendencia difícil de ignorar con respecto al régimen fiscal especial al que se encuentran sujetos los proyectos no convencionales de explotación de hidrocarburos (Estrada, 2012). Es difícil imaginar que la explotación de gas de esquisto no discurrirá por los mismos derroteros que los proyectos no convencionales que le antecedieron.

⁹ La rentabilidad es la relación entre el costo de producción y el valor de dicha producción.

¹⁰ El término incertidumbre hace referencia a la escasa certeza “técnica”, es decir, a la probabilidad de que el volumen estimado de hidrocarburos en un yacimiento sea menor al considerado inicialmente.



A reserva de conocer cuáles son los cambios que, en materia de contrataciones petroleras, introduce la próxima reforma, el régimen de contratación que se utilizará para los proyectos de extracción de gas de esquisto será el de contratos integrales de exploración y producción (Pemex, 2013a). La eficacia de estos contratos ha sido cuestionada por diversos expertos (El Universal, 2011): la paraestatal entrega a los particulares, en pago por sus servicios, una tarifa determinada por barril, además de cubrir entre el 75-80 por ciento de los costos de operación en que incurran los mismos. Subsiste el riesgo de que las empresas contratadas inflen sus costos de producción para recibir mayores recursos de la paraestatal. De esta manera, aunque el proyecto no llegue a los mínimos de producción que lo hagan rentable (una situación de costos productivos superiores al precio de venta de los hidrocarburos), las empresas tienen aseguradas sus ganancias, en tanto que Pemex –y, por lo tanto, el presupuesto público– será la entidad encargada de cubrir las pérdidas.

d) Alternativas viables a la explotación de gas de esquisto por técnicas de fractura hidráulica

- Existen otras opciones para aumentar la producción de gas para el consumo o la generación de energía. Una de ellas, es reducir la quema y venteo de gas que en 2013 se sitúa en 125 millones de pies cúbicos diarios, lo que supone el desperdicio de una cantidad equivalente al 2.17% de la producción diaria de gas natural (cálculos propios con información de la CNH, 2013 y 2013^a). Asimismo, como señala el Ingeniero Francisco Garaicochea¹¹, actualmente el gas natural es utilizado como insumo para aumentar la presión en pozos petroleros a partir de dos técnicas: a) la inyección del nitrógeno y b) la inyección de gas natural. En el primero de los casos, los hidrocarburos extraídos de estos pozos quedan contaminados con nitrógeno, por lo que es necesario ventearlos o descontaminarlos. Para ello, es necesario utilizar grandes cantidades de energía que provienen de la quema del gas natural. La técnica de inyección de nitrógeno a pozos continúa en uso a pesar de que ya existen técnicas más eficientes de bombeo para mejorar la recuperación del petróleo en los yacimientos. Tal es el caso de las bombas electrocentrífugas utilizadas por Petrobras en Brasil.
- Una solución estructural que urge emprender en México (como parte de un gran esfuerzo a escala internacional) es reestablecer cuáles son las prioridades energéticas del país. Es necesario canalizar los esfuerzos y el presupuesto públicos que actualmente se destinan al desarrollo de tecnologías no convencionales de generación de hidrocarburos, hacia la investigación y desarrollo de energías limpias y renovables (implementadas, siempre, en armonía con los intereses de las localidades potencialmente afectadas por las mismas). Debe programarse el aumento paulatino, e irreversible, de estas energías como proporción del total de la matriz energética nacional. Con ello México no sólo asegurará la disponibilidad de energía que requiere

¹¹ Integrante del Grupo de Ingenieros Pemex Constitución del 17.





en el mediano y largo plazo —tarea imposible cuando se considera una dependencia en recursos no renovables—, también reducirá sustantivamente las emisiones con que contribuye al cambio climático.

- Otra solución estructural, es mejorar la eficiencia en la transferencia y consumo energético en México. Esta solución es necesaria y urgente, independientemente de cual sea la fuente de generación de energía que el país adopte. Más del cincuenta por ciento de la energía generada en México se pierde en el transporte de la misma hacia los sitios donde será aprovechada (ENE; Sener, 2013). Los costos para generar y mantener la infraestructura para la transferencia de energía (cableado eléctrico y red de telecomunicaciones) consumen una proporción considerable del erario. Por otra parte, es necesario atender el problema de la demanda energética a partir de regulación con respecto a las actividades productivas realizadas por la iniciativa privada y los patrones de consumo de la población en general, medidas que reduzcan el consumo y, por tanto, demanda de energéticos a niveles sostenibles.

IV. Consideraciones finales

La fractura hidráulica para obtener hidrocarburos es una práctica que ha demostrado riesgos inaceptables para las comunidades que viven en las proximidades de los sitios de explotación. El alto consumo de agua que esta técnica demanda compite con otros usos del líquido como son el doméstico, agrícola y el destinado a otras actividades económicas. Asimismo, el grado de contaminación que presentan las aguas residuales de esta explotación pone en riesgo la salud de las poblaciones y la integridad de los ecosistemas. Las propuestas existentes para tratar estas aguas y atender las principales afectaciones generadas por las mismas todavía no son satisfactorias.

El gas de esquisto no puede ser considerado como una alternativa limpia o de transición como se ha querido promover. A pesar de que la quema del gas emite menos contaminantes que la quema de carbón, su proceso de extracción, procesamiento y transporte desprende cantidades inaceptables de metano, gas que genera un efecto de calentamiento atmosférico superior en veinte veces al generado por una cantidad equivalente de dióxido de carbono.

La baja rentabilidad de estos proyectos se encuentra directamente relacionada con sus altas tasas de declinación, las cuales se sitúan entre el 29% y el 52% a un año de haber comenzado la extracción. La eficiencia de recuperación del gas en los yacimientos de esquisto es mucho menor a la recuperación en los yacimientos de gas natural convencionales.

Estos proyectos implican un alto costo de explotación debido a las complejidades técnicas correspondientes al proceso de extracción, así como las medidas que es necesario implementar para reducir los riesgos de afectaciones sociales y ambientales a lo largo de todo el proceso de explotación. Es debido a sus estrechos márgenes de beneficio, que proyectos que posiblemente podrían llegar a ser rentables dejan de serlo una vez que se encuentran



sujetos a regulaciones estrictas —e imprescindibles— necesarias para minimizar y reparar los costos sociales y ambientales asociados a este tipo de extracción

Las experiencias y análisis sobre la explotación del gas de esquisto en EE.UU. indican que este gas se encuentra lejos de convertirse en una fuente alternativa de energía sostenible, económica, ambiental y socialmente viable. Por el contrario, se trata de una tecnología insegura sujeta a diversos obstáculos debido a los altos costos derivados de la complejidad técnica inherente a sus procesos de explotación, así como de los significativos impactos sociales y ambientales que genera.

Por todo lo anterior, la extracción de hidrocarburos por el método de fractura hidráulica no representa una opción adecuada para el desarrollo regional y nacional. Representa riesgos graves de contaminación y salud, por lo cual México no debe optar por esta posibilidad sino trabajar en el desarrollo de energías renovables con pleno respeto a las comunidades donde se genera y transporta la energía.



V. Demandas

1. México debe prohibir la extracción de hidrocarburos por técnicas de fractura hidráulica, tal como ya lo han hecho países como Francia y Bulgaria, con base en el principio precautorio. Este principio, establecido en el artículo 15 de la Declaración de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 (Cafferatta, 2007), establece que “cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de información o de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente”.¹² La prohibición debe incluir la obligación de que el gobierno detenga de manera inmediata todos los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos a través de técnicas de fractura hidráulica, así como que cancele aquellos que están siendo formulados.

2. México no debe subsidiar la explotación del gas de esquisto. Como ha señalado la CNH (Estrada, 2012), los proyectos para la explotación del gas natural mediante fractura hidráulica contarían con un régimen fiscal especial, es decir, el pago de derechos sería menor al de otros proyectos petroleros del país. Esto supondría que el Estado recibiría menos ingresos por la explotación del gas de esquisto que por la de otros hidrocarburos. Además, el presupuesto público cubriría todos los gastos de la explotación de este gas, los cuales, como se ha señalado, son muy elevados. Por lo tanto, la baja rentabilidad de los proyectos sería asumida por las finanzas públicas del país, lo cual se traduciría en menores ingresos fiscales y mayor gasto presupuestario.

3. En la planeación e implementación de la política energética, las entidades públicas deben asegurar el respeto y garantía de los derechos humanos y, específicamente, los derechos de los pueblos indígenas y tribales. Entre ellos se encuentran el derecho a la información y a la participación, por un lado, y los derechos a la tierra, el territorio y los recursos naturales, a la autodeterminación y a la consulta de los pueblos indígenas y tribales, por otro. El desarrollo de los proyectos energéticos no debe suponer, bajo ningún concepto, la violación de estos derechos.

4. En materia de agua, la obligación del Estado es garantizar el derecho humano al agua, como lo establece el artículo 4° constitucional. Por ende, tiene la obligación de proteger y respetar las fuentes de agua de manera que garantice este derecho a todos los habitantes del país. La extracción de gas de esquisto actualmente supone una serie de riesgos a este derecho por el alto consumo de agua y la contaminación de la misma, que no se pueden ignorar.

5. El Estado mexicano debe garantizar el derecho al medio ambiente sano, el cual es también reconocido por nuestra Constitución. La contaminación que esta práctica provoca pone en riesgo el disfrute de este derecho. Además, los ecosistemas terrestres y acuáticos también se dañarían irreparablemente por la extracción de grandes volúmenes de agua y contaminación como consecuencia de la explotación de gas esquisto.

¹² Esta declaración fue firmada por México y, por lo tanto, los principios establecidos en la misma deben ser respetados y aplicados por el estado mexicano



6. La próxima Reforma Energética debe establecer los cambios legales e institucionales pertinentes para la prohibición del gas de esquisto y el impulso de las energías renovables, que realmente representen una alternativa para la sostenibilidad energética del país y que aseguren el respeto de los derechos humanos y el cuidado del medio ambiente.

Referencias

Agencia Internacional de la Energía (2011), *Annual Energy Outlook 2011. Projections to 2011*, Autor.

Agencia Internacional de la Energía (2012). *World Energy Outlook. Resumen Ejecutivo*, disponible en <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>

Asamblea General de Naciones Unidas (2011), *Report of the Special Rapporteur on the human right to safe drinking water and sanitation*, disponible en http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/18session/A-HRC-18-33-Add4_en.pdf

Associated Press (2010), *GE launches device to recycle fracking water*, disponible en <http://www.mnn.com/earth-matters/energy/stories/ge-launches-device-to-recycle-fracking-water>

Auditoría Superior de la Federación (2012), *Informe de Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2011. Infraestructura para la Exploración y Producción de Hidrocarburos*, disponible en http://www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2011i/Grupos/Desarrollo_Economico/2011_0171_a.pdf

Colborn, Theo et al. (2011), *Natural Gas Operations from a Public Health Perspective*, disponible en <http://www.endocrinedisruption.com/files/GasManuscriptPreprintforweb12-5-11.pdf>.

Comisión Nacional de Hidrocarburos (2011), *La Tecnología de Exploración y Producción en México y en el Mundo: Situación Actual y Retos*. México DF: Autor, disponible en http://www.cnh.gob.mx/docs/DT2_Tecnologia.pdf

Comisión Nacional de Hidrocarburos (2012), *Clasificación de los proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos. Estadísticas de rentabilidad e incertidumbre*, disponible en <http://www.cnh.gob.mx/docs/DT3.pdf>.

Comisión Nacional de Hidrocarburos (2013), *Reporte de Producción de Gas Natural en México. Febrero 2013*, disponible en http://www.cnh.gob.mx/docs/Reportes_IH/Reporte_de_Gas_Feb_13.pdf

Comisión Nacional de Hidrocarburos (2013a), *Seguimiento a los programas de quema y venteo de Gas Natural, Febrero de 2013*, disponible en http://www.cnh.gob.mx/docs/QuemaVto/Reporte_Quema_y_venteo_2013_02.pdf

Confederación Sindical de Comisiones Obreras (2012), *Impacto ambiental del sistema de fracturación hidráulica para la extracción de gas no convencional*, Madrid: Autor, disponible en http://info.nodo50.org/IMG/pdf/informe_fracking.pdf.



Contralínea (2012). "Pemex: resultados de actividades en gas shale (2010-2012)". Consultado el 25 de abril de 2013, disponible en <http://contralinea.info/archivo-revista/index.php/2012/11/25/pemex-resultados-de-actividades-en-shale-gas-2010-2012/>.

Cruz Bello, Gustavo (2012), *La cuenca como unidad de planeación ambiental*, disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/estudios/397/cruz.html>

DiGiulio, Dominic, Wilking, Richard, Miller, Carlyle y Oberley, Gregory (2011), *Investigation on Ground Water Contamination near Pavillion, Wyoming*, Ada: Environmental Protection Agency, disponible en http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/EPA_ReportOnPavillion_Dec-8-2011.pdf

Ecoportal (2013), *Shale gas ante el cambio climático, ¿solución o agravante?*, disponible en http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Cambio_Climatico/Shale_gas_ante_el_cambio_climatico_solucion_o_agravante.

El Universal (2011), *Firmas privadas explotan campos maduros*, disponible en <http://www.eluniversal.com.mx/finanzas/89692.html>

Energy Information Administration (1999), *Natural Gas: Issues and Trends*, disponible en http://www.eia.gov/pub/oil_gas/natural_gas/analysis_publications/natural_gas_1998_issues_trends/pdf/it98.pdf

Energy Information Administration (2011), *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States*, disponible en <ftp://ftp.eia.doe.gov/natgas/shalegasreport.pdf>

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*, disponible en <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/fullreport.pdf?zscb=31930925>

Engdahl, William (2013), *The Fracked-up USA Shale Gas Bubble*, disponible en <http://www.globalresearch.ca/the-fracked-up-usa-shale-gas-bubble/5326504>

Escalera J. A. (2012), *Potencial de recursos no convencionales asociados a plays de aceite y gas de lutitas en México*, disponible en internet, http://www.pemex.com/files/content/120801_lutitas_pep.pdf

Environmental Protection Agency (2013), *Overview of Greenhouse Gases*, disponible en: <http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/ch4.html>

Estrada, Javier (2012), *Gas de lutita en México: Planes, potencial y regulación*, disponible en http://www.canacindra.org.mx/comites_comisiones/energeticos/gas_lutita.pdf



Food & Water Watch (2012), *Fracking: the new Global Water Crisis*, disponible en: <http://www.foodandwaterwatch.org/reports/fracking-the-new-global-water-crisis-europe/>

Gobierno de la República (2013), *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, disponible en <http://pnd.gob.mx/>

Fox, Josh (2010), *Gasland* (documental).

Greenpeace (2012), *¡Chale con el gas Shale! Informe sobre el impacto ambiental y socioeconómico del gas shale*, México DF: Laube Anselm, disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2012/GAS%20SHEL%20OK%2030%20julio%20alta.pdf>.

Howarth, Robert y Santoro, René (2011), *Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations*, disponible en <http://www.eeb.cornell.edu/howarth/Howarth%20et%20al%20%202011.pdf>.

Hughes, David (2013), *Drill, Baby, Drill. Can unconventional fuels usher in a new era of energy abundance?*, Santa Rosa: Post Carbon Institute, disponible en <http://www.postcarbon.org/reports/DBD-report-FINAL.pdf>.

Keep Tap Water Safe (2013), *List of Bans Worldwide*, disponible en <http://keeptapwatersafe.org/global-bans-on-fracking/>.

Lechtenböhmer, Stefan, Altmann, Matthias, Capito, Sofia, Matra, Zsolt, Weindorf, Werner y Zittel, Werner (2011), *Impacto del petróleo y gas de pizarra sobre el medio ambiente y la salud humana*, Bruselas: Parlamento Europeo, disponible en <http://fracturahidraulicano.files.wordpress.com/2011/07/resumen-ejecutivo-informe-europeo.pdf>.

Lucena, Antonio (2013), *Contaminación de aguas y suelos*, en Pablo Cotarelo (coord.), *Agrietando el futuro. La amenaza de la fractura hidráulica en la era del cambio climático*, Madrid: Libros en Acción.

Michigan Environmental Council (2013), *What's in your shale layer? List of just some of the chemicals used in fracking fluids*, disponible en <http://www.environmentalcouncil.org/priorities/article.php?x=212>

Milenio (2012), *Requerirá 600 mil mdd desarrollo de gas shale*, disponible en <http://impreso.milenio.com/node/9088198>.

Osborn, Stephe, Vengosh, Avner, Warner, Nathaniel y Jackson, Robert (2011), *Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing*, disponible en <http://www.pnas.org/content/early/2011/05/02/1100682108.full.pdf+html>.



Observatorio petrolero sur (2011), Shale gas: hacia la conquista de la nueva frontera extractiva. Disponible en: <http://opsur.wordpress.com/2011/07/01/shale-gas-hacia-la-conquista-de-la-nueva-frontera-extractiva/>

Pemex (2012), *Potencial de recursos no convencionales asociado a plays de aceite y gas de lutitas en México*, disponible en http://www.pemex.com/files/content/120801_lutitas_pep.pdf

Pemex (2013), *Memorias de Labores 2004-2008*, disponible en <http://www.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=1&catid=237&contentID=649>

Pemex (2013a), *Contratos Integrales Exploración y Producción*, disponible en <http://contratos.pemex.com/Paginas/inicio.aspx>.

Presidencia de la República (2003), *Suscripción del Convenio de Coordinación para el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos*, <http://fox.presidencia.gob.mx/actividades/?contenido=5966>

Ramírez, Peniley (2013) *PAN va también por el shale gas*. Reporte Índigo <http://www.reporteindigo.com/reporte/mexico/pan-va-tambien-por-el-shale-gas>

Resnikoff, Marlin, Alexandrova, Ekaterina y Travers, Jackie (2010), *Radioactivity in Marcellus Shale, Nueva York: Radioactive Waste Management Associates*, disponible en <http://energy.wilkes.edu/PDFFiles/Library/Marcellus%20Shale%20Radioactivity%20Report%205-18-2010.pdf>.

Reuters (2012). "México perforará hasta 25 pozos en busca de gas natural". Consultado el 29 de abril de 2013, disponible en <http://www.altonivel.com.mx/24039-mexico-perforara-hasta-25-pozos-en-busca-de-gas-natural.html>.

Rogers, Deborah (2013), *Shale and Wall Street: Was the decline in natural gas prices orchestrated?*, disponible en <http://shalebubble.org/wp-content/uploads/2013/02/SWS-report-FINAL.pdf>.

Rozell, Daniel y Sheldon Reaven. (2011), *Water pollution risk associated with natural gas extraction from the Marcellus Shale*. Disponible en: <http://www.slideshare.net/MarcellusDN/paper-water-pollution-risk-associated-with-natural-gas-extraction-from-the-marcellus-shale>

SEMARNAT (2013), *Bitácora Ambiental del Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos*, http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/B_Cuenca_Burgos.aspx

SENER (2011), *Shale gas, llave del futuro económico y energético de México*, disponible en: <http://www.energia.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2073>.

SENER (2013), *Estrategia Nacional de Energía 2013-2027*, disponible en http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdfSENER y Pemex (2008),



Diagnóstico: Situación de Pemex, disponible en
<http://www.pemex.com/files/content/situacionpemex.pdf>

Southern Methodist University (2008), *Oil and gas production a major source of Dallas-Fort Worth smog*, disponible en <http://www.smu.edu/News/2009/al-armendariz-dmn-11feb2009>

Tyndall Center (2011), *Gas de pizarra: una evaluación provisional de su impacto en el medio ambiente y el cambio climático*, Manchester: Universidad de Manchester, disponible en <http://fracturahidraulicano.files.wordpress.com/2011/07/resumen-ejecutivo-tyndall-centre.pdf>.

Urbina, Ian (2011), *Regulation Lax as Gas Wells' Tainted Water Hits Rivers*, disponible en http://www.nytimes.com/2011/02/27/us/27gas.html?pagewanted=all&_r=0

US House of Representatives (2011), *Report: Chemicals Used in Hydraulic Fracturing*, disponible en:
<http://democrats.energycommerce.house.gov/sites/default/files/documents/Hydraulic-Fracturing-Chemicals-2011-4-18.pdf>.

World Energy Council (2013), *Encuesta de Recursos Energéticos focalizados en gas shale*, disponible en: http://www.cocme.org/ac/.../esp_shale_gas_report.pdf.

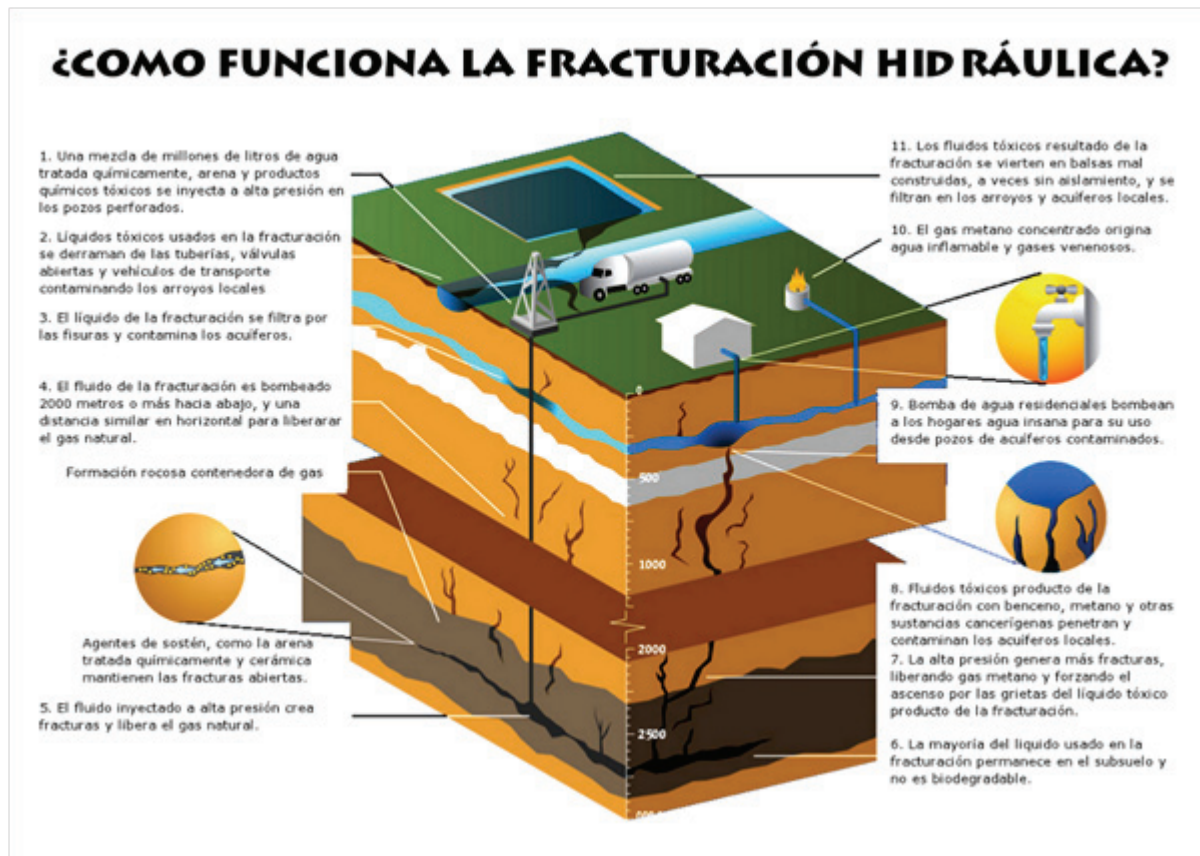
Wright et al. (2012), *Groundwater-Quality and Quality-Control Data for Two Monitoring Wells near Pavillion, Wyoming*, disponible en <http://pubs.usgs.gov/ds/718/>

Wuerthner, George (2012), *The Myth of Peak Oil*, disponible en <http://www.counterpunch.org/2012/03/29/the-myth-of-peak-oil/>.

Zurich (2011), *Balancing the opportunities and risks of shale gas exploration*, Schaumburg: Autor, disponible en
<http://www.zurichna.com/internet/zna/SiteCollectionDocuments/en/media/Zurich-Shale-Gas-Drilling-Whitepaper.pdf>.

Anexo I:

Diagrama que explica la técnica de fractura hidráulica



Anexo II:

Lista de los químicos usados en la extracción de gas de esquisto¹³ (*Michigan Environmental Council*, 2013).

1,2,4-Trimethylbenzene
1,3,5 Trimethylbenzene
2-butoxyethanol
2-Ethylhexanol
2-methyl-4-isothiazolin-3-one
2,2-Dibromo-3-Nitrilopropionamide
2.2-Dibromo-3-Nitrilopropionamide
5-chloro-2-methyl-4-isothiazotin-3-one I
Acetic Acid
Acetic Anhydride
Acie Pensurf
Alcohol Ethoxylated
Alphatic Acid
Alphatic Alcohol Polyglycol Ether
Aluminum Oxide
Ammonia Bifluoride
Ammonia Bisulfite
Ammonia Persulfate
Ammonium chloride
Ammonium Salt
Aromatic Hydrocarbon
Aromatic Ketones
Boric Acid
Boric Oxide
Butan-1-01
Citric Acid
Crystalline Silica: Cristobalite
Crystalline Silica: Quartz
Dazomet
Diatomaceous Earth
Diesel (use discontinued)
Diethylbenzene
Doclecybenzene Sulfonic Acid
E B Butyl Cellosolve
Ethane-1,2-diol
Ethoxlated Alcohol
Ethoxylated Alcohol
Ethoxylated Octylphenol

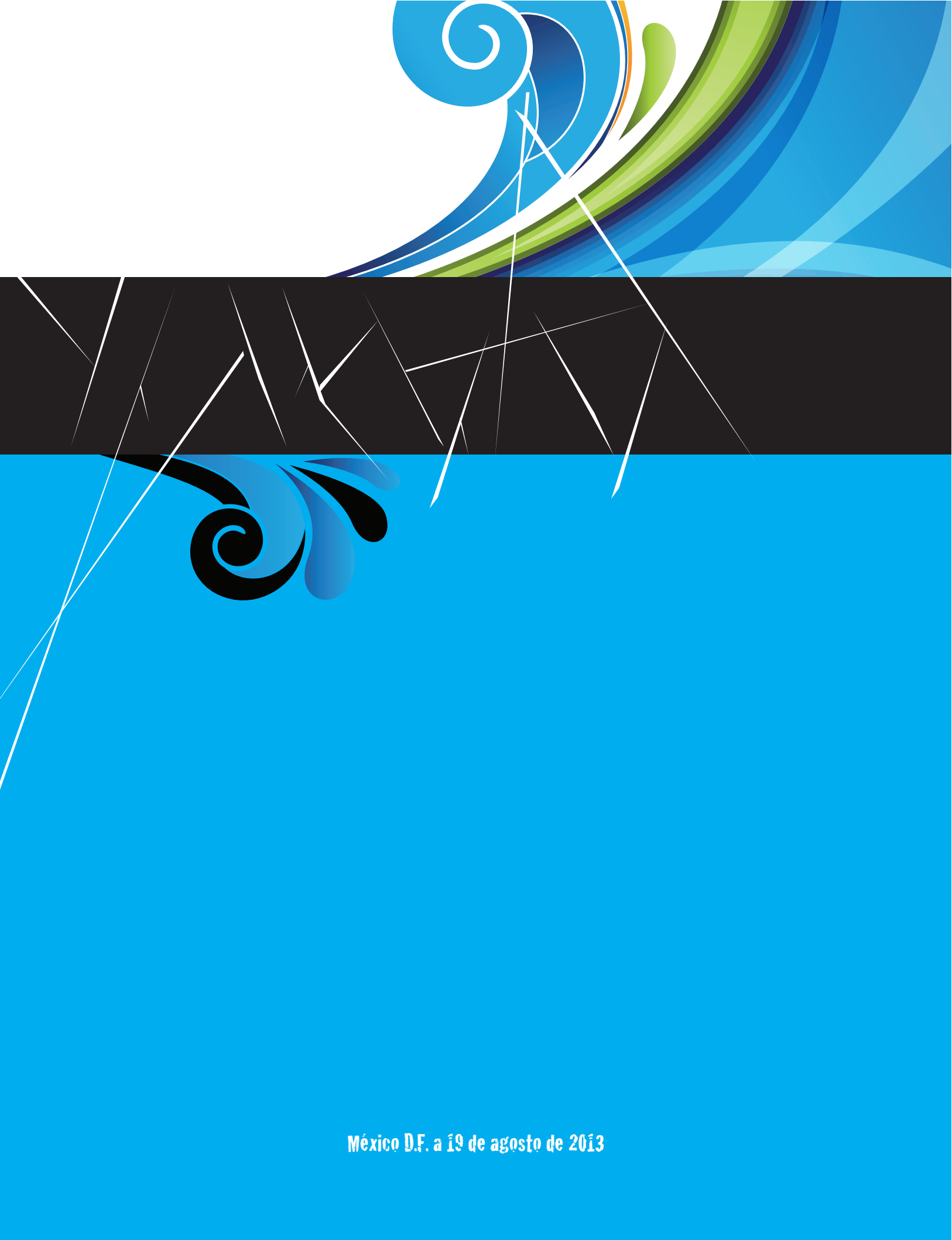
¹³ Denominaciones aparecen en inglés.



Ethylbenzene
Ethylene Glycol
Ethylhexanol
Ferrous Sulfate Heptahydrate
Formaldehyde
Glutaraldehyde
Glycol Ethers (includes 2BE)
Guar gum
Hemicellulase Enzyme
Hydrochloric Acid
Hydrotreated light distillate
Hydrotreated Light Distilled
Iron Oxide
Isopropyl Alcohol
Kerosine
Magnesium Nitrate
Mesh Sand (Crystalline Silica)
Methanol
Mineral Spirits
Monoethanolamine
Naphthalene
Nitrilotriacetamide
Oil Mist
Petroleum Distillate Blend
Petroleum Distillates
Petroleum Naphtha
Polyethoxylated Alkanol (1)
Polyethoxylated Alkanol (2)
Polyethylene Glycol Mixture
Polysaccharide
Potassium Carbonate
Potassium Chloride
Potassium Hydroxide
Prop-2-yn-1-01
Propan-2-01
Propargyl Alcohol
Propylene
Sodium Ash
Sodium Bicarbonate
Sodium Chloride
Sodium Hydroxide
sopropanol
Sucrose
Tetramethylammonium Chloride



Titaniaum Oxide
Toluene
Xylene



México D.F. a 19 de agosto de 2013