

## Fracturamiento hidráulico: análisis de las perspectivas en el contexto colombiano

Sharel Charry

Estudiante Ingeniería Ambiental, Universidad Antonio Nariño  
scharry@uan.edu.co

### Resumen

La explotación de gas en yacimientos no convencionales por medio de tecnologías como la fracturación hidráulica, comúnmente conocida como fracking, ha evolucionado como una economía emergente en el marco mundial, la cual posiblemente determine una transición a la energía renovable futura dejando de lado la dependencia de los combustibles fósiles convencionales. En Latinoamérica su implementación es aún prematura aunque países como Argentina y Uruguay presentan avances prometedores. En Colombia, esta alternativa de explotación se encuentra en su fase inicial y su investigación se encuentra bajo la responsabilidad de autoridades ambientales como la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Estas fases buscan el desarrollo de un diagnóstico del potencial de hidrocarburos en la roca madre de las estructuras geológicas presentes en suelos colombianos. El país posee un alto potencial de yacimientos aprovechables no convencionales de gas de esquisto pero las implicaciones ambientales y económicas serán puntos definitivos para su implementación.

### Palabras clave:

Fractura hidráulica, yacimientos no convencionales, riesgos ambientales. Fracking, hydrofracking, unconventional reservoirs, environmental risks.

### Introducción

Los esquistos y lutitas son las rocas más abundantes en la corteza terrestre (Arthur, 2008),

son rocas sedimentarias generadas como consecuencia de la deposición lenta y continua de sedimentos principalmente marinos, por lo que contienen aproximadamente 95% de materia orgánica (Blanco Ybáñez & Vivas Hohl, 2012). En las formaciones geológicas de esquisto se encuentra contenido gas natural conocido comúnmente como Shale Gas, siendo una mezcla natural de gases orgánicos, primariamente de metano y menores proporciones de dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, radón radiactivo, propano, y otros gases (Blanco Ybáñez & Vivas Hohl, 2011).

Los yacimientos de gas de esquisto son considerados no convencionales debido a su poca factibilidad económica ya que llegar a ellos implica acceder directamente a la roca donde se encuentra el recurso (Oliver & Kuuskraa, 1989). Consecuentemente, durante las décadas 1940- 1970 se desarrollaron dos métodos propiciados por el progreso tecnológico conocidos como tecnologías de perforación direccionada (perforación horizontal) y fractura hidráulica (fracking) (Groat, 2012), los cuales son incorporados sucesivamente. Estos métodos se utilizaron para la estimulación de la roca de manera que su permeabilidad aumente ya que el esquisto posee una porosidad y permeabilidad natural baja que puede estar en rangos de nano-darcy (Soliman, Doral, & East, 2012), siendo esto último una limitante para el proceso de extracción (Arthur, 2008). A partir de este punto histórico, se generó un incremento dramático en la extracción de gas natural a nivel mundial (Osborn, Vengosh, Warner, & Jacksona, 2011) (Mckenzie, Witter, Newman, & Adgate, 2012).

## 1. Hidrocarburos no convencionales

La fractura hidráulica consiste básicamente en la inyección o bombeo de un fluido acuoso, con aditivos químicos y de forma presurizada con el fin de producir y ampliar las fracturas en el sustrato rocoso para aumentar la superficie de contacto de los poros que encierran el gas. Después de la fracturación, se reduce la presión provocando un reflujo o retorno del fluido que luego pasará por una purga en donde se procesa la mezcla y se separa el gas. El fracturamiento en pozos horizontales posee grandes complicaciones relacionadas con la mecánica de roca, el cambio de las tensiones en torno a las fracturas creadas y el flujo del fluido (Soliman, Doral, & East, 2012). Durante la expansión de las fracturas, la presión dentro de esta aumenta las fugas del fluido por lo que la tensión normal disminuye y su conductividad se acrecienta; ello aumenta la permeabilidad global de la formación y crea circuitos de flujos preferenciales ya que se desestabiliza la hidráulica existente en el medio con un cambio de regímenes de presión. Las fracturas generadas son altamente anisotrópicas, es decir, la conductividad es di-

ferente en todas las direcciones (Warpinsky & Natl, 1991).

Los mayores productores de Shale gas de esquisto que emplean fracking son América del norte y Asia (Clarkson, 2013), particularmente en Estados Unidos, en la zona de Texas y Pennsylvania (Eaton, 2013), siendo EE.UU. actualmente, el primer productor de gas natural en el mundo junto con Canadá. El 25% de la producción mundial de gas natural se concentra en estos dos lugares (Speight, 2013). Sin embargo, se estima que las mayores reservas están localizadas en China (Bocora, 2012).

En Latinoamérica, el fracking se ha implementado en Argentina en formaciones como la Vaca Muerta y los Molles. En México se han perforado de igual manera algunos pozos exploratorios y 175 pozos están planteados para el 2015. En Uruguay existen reservas potenciales y territorios comprometidos para dicha actividad. La distribución de las reservas de gas de esquisto recuperable se presenta en la figura 1.

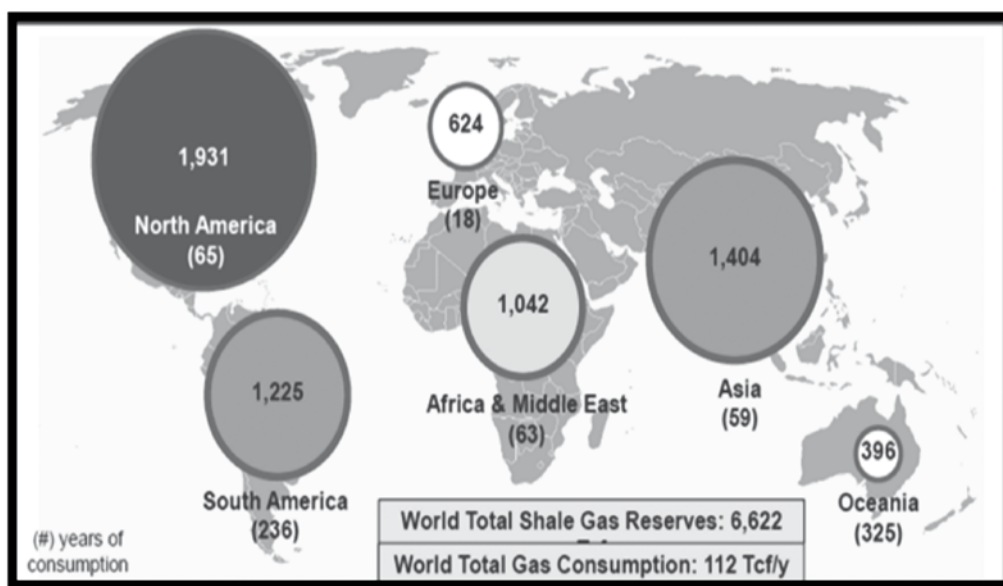


Figura 1. Gas de esquisto, reservas técnicamente recuperables (Fuente: World Shale Gas Resources, EIA (2011); BP Statistic Analysis, Arthur D. Little).

Colombia es un país con significantes cuencas sedimentarias comúnmente asociadas a la extracción de gas de manera convencional con alrededor de 1.036.450 km<sup>2</sup> de área superficial. En la actualidad existe un naciente interés en la exploración y explotación de yacimientos no convencionales de gas de esquisto, esta gestión es adelantada por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) referida a los retos ambientales y sociales de este tipo de actividades, los que incluyen estudios de campo y análisis de laboratorio, perforación de pozos stratigráficos con la articulación del marco legal, jurídico, técnico y ambiental del país.

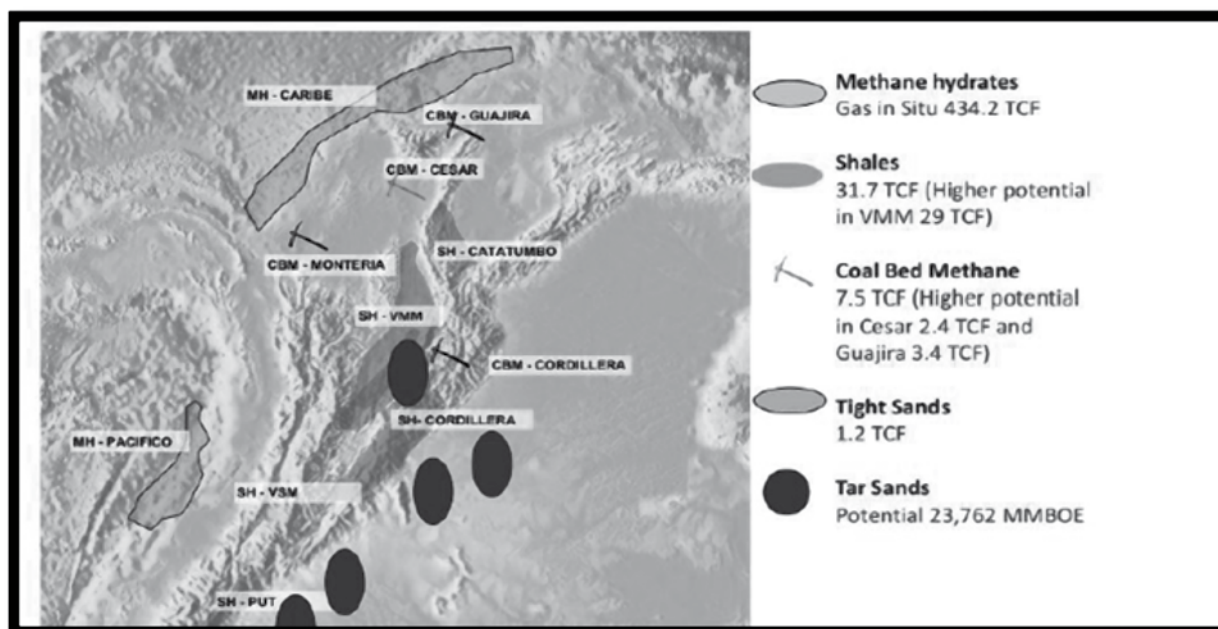


Figura 2. Áreas potenciales de hidrocarburos no convencionales en Colombia (Fuente: ANLA 2011).

Las áreas de yacimientos de gas de esquisto en Colombia presentadas en la figura 2 muestran que, para la zona del Catatumbo y en el departamento del Cesar, existen aproximadamente 31.7 trillones de pies cúbicos (TFC) y para la zona del Valle Medio del Magdalena (VMM) 29 TFC, lo que representa un alto potencial de hidrocarburos aprovechables.

Para la implementación de estas alternativas de exploración y explotación de yacimientos no convencionales en Colombia se deben analizar los siguientes aspectos:

- **Contaminación del recurso hídrico y sistemas de abastecimiento:** Durante la fracturación hidráulica se requiere una demanda de entre 7500 - 38.000 m<sup>3</sup> por pozo (Eaton, 2013). El consumo de estas grandes cantidades de agua pueden afectar los caudales base y almacenamiento asociados a cuencas hidrográficas. Esta agua es inyectada a gran presión como un fluido mezclado con un agente de apuntalamiento (arena) a un 98%, y un 2% restante son aditivos químicos que previenen incrustaciones, proliferación bacteriana y corrosión en los ductos perforados. Las cantidades

de aditivos químicos son, más o menos, de 0.1 a 0.5 litros por metro cuadrado (Hammes, 2004) (Groat, 2012). Después de la fracturación, cuando baja la presión, hay un retorno del fluido por el pozo, en este proceso se retorna entre el 15% al 80% del flujo inyectado (Blanco Ybáñez & Vivas Hohl, 2011). El fluido contiene gas, agua y arena como también contiene metales pesados (plomo, arsénico, cromo, mercurio, etc.) produciendo un aumento en salinización. Estas sustancias pueden ser transportadas por la roca fracturada a los acuíferos (Myres, 2012). Las aguas residuales de retorno resultantes se conducen a balsas de evaporación para su tratamiento con la amenaza de desbordamiento y vertido a suministros de agua potable. La industria del fracking no ha tenido en cuenta las consideraciones necesarias respecto a la cantidad de aditivos químicos que se usan y las características que poseen como cancerígenos, mutágenos, y teratógenos. Adicionalmente existe la presencia de disruptores endocrinos como otras sustancias altamente tóxicas que presentan riesgos para la salud pública (Eaton, 2013).

- **Afectaciones en acuíferos:** La extracción de Shale Gas puede generar un riesgo potencial de la contaminación de aguas subterráneas (Myres, 2012) (Vengosh, Warner, Jackson, & Darrah, 2013), como por ejemplo la intrusión de metano en los acuíferos (Osborn, 2011) que puede dar lugar a explosiones en lugares aledaños y la migración del gas a pozos de agua potable debido a su grado de volatilidad. Estudios realizados por científicos del área ambiental de la Universidad de Duke (Carolina del Norte) que midieron concentraciones de metano en 127 muestras de pozos de

agua dulce en los Estados de Pensilvania y Nueva York, han reportado concentraciones por encima del límite permisivo de metano en 51 muestras, siendo este de origen termogénico, es decir, proveniente de las formaciones de esquisto, esto por posibles liberaciones a través de las grietas y fisuras de los pozos (Warner, y otros, 2013).

- **Emisiones de gases de efecto invernadero:** En casi todo el proceso están involucrados los camiones, equipos de perforación, procesamiento y transporte de gas, que a su vez generan ruido y liberan material particulado (polvos y humos de los motores), dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, etc., también hay emisiones desde la bolsas de evaporación de aguas residuales. En toda la vida útil de los pozos se generan también emisiones de metano y dióxido de carbono, aproximadamente el 30% más que en los yacimientos convencionales, las emisiones más altas son las que se producen en los pozos en el momento de ser fracturados hidráulicamente (Howarth, Santoro, & Ingraffea, 2011). El metano se emite en mayores cantidades por la composición del gas natural, siendo este el gas de efecto invernadero más fuerte y dañino en la atmósfera (Ross, 2010). Con la extracción de Shale gas se viene alterando el ciclo del carbón así como acelerando el cambio climático.

Entre otras consideraciones menos científicas del fracking podemos contar los intereses económicos y políticos. El crecimiento acelerado de esta práctica en el mundo está asociada a factores económicos, siendo el rápido agotamiento de los pozos no convencionales el más evidente, lo que hace que aumenten los cos-



tos relacionados con estudios geológicos más complejos, la construcción de gran número de plataformas de perforación, la implementación de nuevas tecnologías y la inversión en investigación (Bocora, 2012), así como la adopción de políticas relacionadas con el uso de los recursos del agua y la energía, y sus respectivas prioridades.

Colombia está incursionando en una normativa estándar internacional desarrollada por la ISO (Organización Internacional para la Estandarización), titulada la ISO 50001, en donde se establecen lineamientos para la gestión de energía apuntando específicamente a la reducción de utilización de energía, los costos relacionados y la emisión de gases de efecto invernadero, la cual podría resultar como una justificación para que el país implemente fracking, como una transición a una economía limpia.

Existen falencias en cuanto a investigaciones geológicas para saber el alcance real de las prácticas de fracking en yacimientos no convencionales. Esta práctica trae más beneficios económicos y políticos que ambientales, aunque el gas no convencional se comercialice como una mejor alternativa limpia, barata, segura y suministro estable de energía en relación al convencional. En algunos países se espera que este sea el paso para superar la crisis energética y declarar el comienzo de una era dorada para los combustibles fósiles, es decir, que se enriquezca la seguridad energética para mejorar el desarrollo económico. Sin embargo, las preocupaciones ambientales deben ser analizadas más a fondo antes de promover la explotación de este tipo de hidrocarburos.



## ***Bibliografía***

- Blanco Ybáñez, A., & Vivas Hohl, J. (2012). "Nociones de ingeniería aplicada a reservorios no convencionales". *Petrotecnia*.
- Arthur, D. (2008). "Evaluating the Environmental Implications of Hydraulic Fracturing in Shale Gas Reservoirs". *All Consulting*, 8.
- Blanco Ybáñez, A. J., & Vivas Hohl, J. (2011). "Shale frac: Un acercamiento a esta nueva tecnología". *Petrotecnia*, 27.
- Bocora, J. (2012). "Global Prospects for the Development of Unconventional Gas". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65.
- Clarkson, C. R. (2013). "Production data analysis of unconventional gas wells: Review of theory and best practices". *International Journal of Coal Geology*.
- Eaton, T. T. (2013). "Science-based decision-making on complex issues: Marcellus shale gas hydrofracking and New York City water supply". *Science of the total environment*.
- Groat, C. (2012). *Fac-based regulation for environmental protection in shale gas development*. Energy Institute .
- Howarth, R. W., Santoro, R., & Ingraffea, A. (2011). "Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations". *Climatic Change*.
- King Hubbert, M., & Willis, D. (1972). "Mechanics of hydraulic Fracturing". En *Underground Waste Management and environmental implications*.
- M, G., Rossi, F, Negri, E., & Grassi, C. (2012). "An unconventional mindset for shale gas surface facilities". *Journal Of Natural Gas Science And Engineering*.
- Mckenzie, L., Witter, R., Newman, L., & Adgate, J. (2012). "Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources". *Science of The Total Environment*. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.02.018
- Myres, T. (2012). "Potential Contaminant Pathways from Hydraulically Fractured Shale to Aquifers". *Ground Water*, 1-11.
- Oliver, S. J., & Kuuskraa, V. A. (1989). "The Antrim Shale of the Michigan Basin: An Active Devonian Shale Gas Play". *Society of petroleum Engineers*.
- Osborn, S., Vengosh, A., Warner, N., & Jackson, R. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. DOI10.1073/pnas.1100682108
- Ross, D. J. (2010). "Characterizing the shale gas resource potential of Devonian–Mississippian strata in the Western Canada sedimentary basin". *Application of an integrated formation evaluation*.
- Soliman, M., Doral, J., & East, L. (2012). "Fracturing unconventional formations to enhance productivity". *Journal of natural gas science and engineering*.
- Speight, J. (2013). Chapter 2. *Shale Gas Resources*.
- Vengosh, A., Warner, N., Jackson, R., & Darrah, T. (2013). "The Effects of Shale Gas Exploration and Hydraulic Fracturing on the Quality of Water Resources in the United States". *Procedia Earth and Planetary Science*, 7.
- Warner, N. R., Kresse, T. M., Hays, P. D., Down, A., Karr, J. D., Jackson, R. B., y otros. (2013). "Geochemical and isotopic variations in shallow groundwater in areas of Fayetteville Shale development, north-central Arkansas". *Applied Geochemistry*.
- Warpinsky, N., & Natl, S. (1991). "Hydraulic fracturing in tight fissured media". *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 274.