

## **Impactos ambientales provocados por la explotación de gases de pizarra**

*Antonio Lucena*

El llamado gas de pizarra o de esquisto, no tiene, en principio, una composición química muy distinta del gas natural convencional: fundamentalmente está compuesto de metano (CH<sub>4</sub>). También el origen de ambos minerales es común; el fondo de lagunas comunicadas con el mar, en las que estacionalmente la salinidad varía. De este modo, la mortalidad de la biomasa que se instaura en ese biotopo es muy alta en ocasiones y tiene lugar la creación de un estrato con gran contenido de materia orgánica.

Tras este origen común, el gas convencional se presenta en una roca de poros comunicados entre sí, de tal manera que si se perfora en un lugar de esta capa el gas tiende a fluir hacia este lugar, desde donde alcanzará la superficie por su propia presión, o por la acción de un bombeo.

Por supuesto el gas ha ascendido en la formación debido a su escasa densidad, pero sin duda ha habido una capa impermeable al techo de su posición inicial que ha parado este movimiento. En el caso en el que no existiera esta capa el gas hubiera desaparecido al llegar a la superficie.

En el gas de pizarra, este se encuentra en el interior de una roca en la que los poros están aislados unos de otros de tal manera que la movilidad del gas es nula. Un pozo que atravesara la pizarra no podría extraer más que la pequeña porción de gas que estuviera contenido en la zona que ha pulverizado la herramienta de perforación. Esta es la diferencia, desde un punto de vista físico, entre el gas convencional y el no convencional: el primero está libre dentro de una roca y el segundo está tan ocluido que es necesario librarlo para obtenerlo.

Esta diferencia en cuanto a su presentación como mineral podrá ser el origen de diferencias sustanciales desde un punto de vista químico entre las dos especies; bien es verdad que la base de la composición es el metano, pero la migración del gas convencional permite pensar que ha dejado atrás compuestos adquiridos en su fase de formación.

De la diferencia en cuanto a condiciones en el seno de la roca que lo contiene es posible extraer un corolario de importancia ambiental: en el gas convencional se pone de manifiesto que por encima de la formación en la que se encuentra, existe una capa impermeable. Sin embargo, en el caso de gas de pizarra no hay necesidad de que exista algo semejante a este tapón.

Por otra parte, la investigación de la existencia de una capa que pueda ser capaz de detener el ascenso de gases o petróleo es extremadamente difícil, ya

que no se trata solamente de localizar un estrato de características impermeables, puesto que tan importante como asegurar su existencia es confirmar su continuidad en todas direcciones.

En definitiva por encima de la pizarra que contiene gas natural puede no haber freno para gases que se liberen de la capa; en este caso se escaparía una parte de él que podría arrastrar sólidos y líquidos hasta la superficie.

## **La operación de fracking**

La diferencia entre la explotación de gas convencional y de pizarra se presenta cuando se ha perforado hasta la pizarra que se desea hacer productiva, momento en el que se pone en marcha una perforación horizontal en el interior de la capa y posteriormente se fractura, sometiénola a presiones de hasta 700 kg/cm<sup>2</sup>, en tramos sucesivos de la perforación. Con esa presión se pretende triturar la pizarra y poner en comunicación los poros en los que está contenido el gas.

Esta presión se lleva a cabo con agua cargada de arena y una serie de productos químicos de distintas características. La arena tiene como misión introducirse en las grietas que se vayan creando por la presión del agua; agua y arena constituyen el 98% del total del licor inyectado, por lo que solo el 2% de este corresponde a otros productos.

**Riesgo químico.** Para referirse a números, el agua utilizada en una fracción del pozo esta comprendida entre 1.000 m<sup>3</sup> y 3.000 m<sup>3</sup>, requiriéndose entre 10.000 m<sup>3</sup> y 30.000 m<sup>3</sup> para la fractura de todo un pozo. Esta agua está cargada con productos químicos en cantidades que varían entre 180 m<sup>3</sup> y 560 m<sup>3</sup>. Estas cifras dan como resultado llegar, en proyección horizontal, a inyectar entre 0,1 y 0,5 l/m<sup>2</sup> de estos productos.

Estos se pueden clasificar en distintas familias tales como:

- Ácidos: su misión es limpiar de cemento y lodos de perforación la zona a tratar.
- Reductores de viscosidad para facilitar la introducción del líquido en las grietas.
- Bactericidas para evitar la proliferación de vida en el sondeo.
- Control de oxidantes para evitar precipitados metálicos.
- Inhibidores de oxidación.

En conjunto se supone que son del orden de 600 productos químicos los que pueden intervenir en la composición del licor con el que se efectúa el *fracking*, pero en este punto intervienen las leyes de protección de patentes industriales, que no obligan a las empresas a darlos a conocer. De cualquier manera entre los productos utilizados figuran algunos peligrosos.

A productos peligrosos se refieren catálogos confeccionados por la UE y sus organismos:

- Listas 1 a 4. Cuatro relaciones de sustancias que exigen inmediata atención en caso de dispersión en el ambiente.
- Lista de 33 sustancias prioritarias. Los Estados miembros quedan obligados a reducir el uso de estas sustancias.
- Listas de los PBT. Se refiere a los productos persistentes, bioacumulativos y tóxicos; productos especialmente peligrosos, puesto que al recorrer la cadena alimentaria van aumentando su concentración, hasta resultar letales para los seres que ocupan los lugares más altos de ella.

Se ha afirmado que entre los productos que se inyectan en los pozos para la operación de *fracking* están, identificados por sus nombres:

- Quince sustancias que figuran en una de las listas 1-4.
- Seis de ellas en la lista 1.
- Una está siendo investigado como posible PBT.
- Dos están en la lista de los 33.
- 17 están clasificados como tóxicos para organismos acuáticos.
- 38 son tóxicos agudos para los humanos.
- Ocho son cancerígenos y de 6 más se sospecha que lo sean.
- Siete son mutagénicos.
- Cinco tienen efectos en la reproducción.

En conjunto los químicos anteriores suponen 99; se ha citado que pueden ser hasta 600 los productos utilizados.

A nivel legal se debe añadir que solo consta que 10 de estas 600 sustancias químicas están registradas en el Reglamento Europeo del REACH para este uso.

Es difícil pensar que estos productos en las condiciones de un pozo para explotación de hidrocarburos sean tratados de la misma forma que en un laboratorio, con los cuidados que materias tan peligrosas requieren. Es necesario pensar que las necesidades de estos productos para la puesta en producción de un único pozo se pueden elevar a 580 m<sup>3</sup>, y que como cifra mínima se cita 180 m<sup>3</sup>.

Este volumen de productos se transporta en camiones, no en ambulancias; en esos camiones la producción de polvo está asegurada, y con ello la dispersión; su manipulación en la boca del sondeo tampoco revestirá un exquisito cuidado, por las condiciones del tajo. Y además...

Siempre existe el peligro de un accidente de uno de estos transportes, con la consiguiente difusión de su contenido. Y además...

Se ha comprobado que, en las cercanías de pozos en los que se practicó el *fracking* ha habido concentraciones de benceno (cancerígeno reconocido) en concentraciones cien veces superiores a las normas de manipulación de este producto y estas concentraciones se han producido en zonas habitadas. El origen de este benceno no ha quedado claro: puede que provenga de los líquidos utilizados para el *fracking*, de un contenido original de la misma pizarra o de una reac-

“... se supone que son del orden de 600 productos químicos los que pueden intervenir en la composición del licor con el que se efectúa el *fracking*, pero las leyes de protección de patentes industriales no obligan a las empresas a darlos a conocer”

ción secundaria entre tantos productos químicos que tienen papel en este negocio.

Esta cuestión pone el tema del gas de pizarra en una base química: ¿Cuál es la composición del gas de pizarra? Es otro de los misterios que es imposible resolver en EE UU, primer productor de este combustible, ya que se mantiene tan en secreto como la mezcla de químicos utilizada. Se sabe que a veces contiene tanto nitrógeno que impide la combustión, tanto SO<sub>2</sub> que es necesario su purificación o tanto radón que no sería inteligente emplearlo en el hogar, ni en una térmica. ¿Contiene benceno y otros gases igualmente cancerígenos?

Una vez efectuada la operación de *fracking* con la inyección del licor, la presión en el pozo vuelve a cero, momento en el que este devuelve gran parte del líquido inyectado (entre un 15% y un 80%) que ha de ser recogido en el exterior en depósitos o balsas. Es necesario considerarlo, residuos tóxicos y tratarlos como tal; en las condiciones de perforación de un pozo ¿pueden ser manipulados adecuadamente? Si se considera una explotación estándar de seis pozos perforados desde la misma plaza el uso de aditivos químicos para esta unidad se sitúa entre 1.000 y 3.500 m<sup>3</sup>. Si la operación se repite pasado un cierto tiempo, como es normal, el castigo que recibe este lugar puede trasformarlo en un rincón letal. Y además...

El *fracking* se realiza para hacer porosa una masa en principio impermeable; se ha indicado en las frases iniciales que en el caso de gas convencional se requirió, para que el yacimiento haya llegado a nuestros días, una capa impermeable, que en el caso de gas pizarra no es necesaria, por impedir la propia pizarra la fuga del gas que contiene. El *fracking* destroza esa capa y no hay constancia de que al techo de esta quede otra que pueda retener tanto el gas como los líquidos que han servido para realizar la operación de fragmentación: se identifica un nuevo camino para llevar a la superficie todos los componentes de la capa.

Entre ellos los metales pesados que contuviera la pizarra; mercurio, plomo, arsénico... no faltando normalmente descendientes del uranio. De esta manera, a través de las formaciones al techo de la pizarra, pueden llegar a la superficie no solo los licores inyectados para producir el *fracking* sino cualquier mineral que estuviera contenido en la pizarra; con ello se aprecia que los riesgos de la operación son muy amplios, así como son muy numerosos los caminos por los que esa contaminación puede llegar a afectar a la biosfera.

Insistamos en unas cifras: si de acuerdo con la práctica al uso se efectúan seis pozos de explotación desde una misma plaza será necesario llevar a esta entre

1.000 m<sup>3</sup> y 3.500 m<sup>3</sup> de productos químicos, y agua en cantidades que puede oscilar entre 50.000 m<sup>3</sup> y 175.000 m<sup>3</sup>, cifras estas últimas que pueden por sí mismas significar la irracionalidad de un proyecto. Esta labor ha de realizarse con una densidad de más de una unidad por kilómetro cuadrado, citándose hasta 6 unidades/km<sup>2</sup>. La dispersión de contaminantes y absorción de recursos tiene necesariamente que plantear problemas cuya solución no es evidente; además es necesario contar con la repetición de las operaciones de fracturación. Y además...

La alta densidad de pozos, y la necesidad de elementos de cada uno (máquinas y herramientas de perforación, agua, productos químicos, recogida de las aguas que devuelve el pozo, etc...) hacen de toda región una maraña de caminos cuyo impacto se distribuye en numerosos apartados. Y además...

Es necesario citar los rípios de perforación; es un problema de toda obra minera, pero en este caso cabe pensar que sea necesario tratarlos también como residuos tóxicos, dada la perforación en un medio como una pizarra con propiedades químicas heredadas de su contenido en materias reductoras. Y además...

**Contaminación del agua.** Toda perforación, para explotación de hidrocarburos o cualquier otra finalidad, ha de proteger los acuíferos que se vayan cortando en su desarrollo; se comienza cementando un *casing* (tubo cerrado que se deja a perpetuidad para protección del pozo) en cuanto se llega a roca sana, una vez atravesada el suelo. La perforación se continúa por el interior del *casing* hasta atravesar el primer acuífero que se protege igualmente con un *casing* que se hormigona al anterior y a la caña del pozo para aislar el acuífero. De esta manera se puede seguir trabajando por el interior de estos tubos.

Estos *casing* no sufren grandes esfuerzos en un sondeo de hidrocarburos convencionales, ni sus cierres cementados. Sin embargo, en la explotación de gas de pizarra se utilizan las altas presiones que se han referido más arriba: estas pueden generar movimientos que pondrán en peligro la estanqueidad de las zonas cementadas. Las curvas que se ha obligado a efectuar al *casing*, ayudarán a que el efecto de la presión se multiplique.

El riesgo de contaminación de acuíferos es uno de los más importantes relacionados con la técnica de la fracturación. De hecho la presencia de acuíferos con cantidades de metano disuelto en las zonas de explotación da idea de que este difunde el contenido original de la pizarra, y lo que en ella se introduce, por los alrededores. Y además...

**Riesgos sísmicos.** Es normal en toda obra minera el atacar una capa para su explotación, e incluso extraerla en parte; para ello se investiga su forma de trabajo en el sostenimiento de las capas al techo de ella y se calcula la superficie que puede ser explotada. Con ello se llega al cálculo de los pilares que es necesario dejar "in situ" y las cámaras que pueden beneficiarse. En este caso este cál-

culo no puede realizarse por carecer de acceso a la roca en su estado original, ni al macizo, por lo que el comportamiento posterior de la capa se ignora.

Sin embargo con el *fracking* se inicia la destrucción integral de una capa por lo que ha de suponerse que se ha menguado, quizás en exceso, la resistencia de la capa: la consecuencia es una desestabilización del macizo.

De hecho se ha responsabilizado de movimientos sísmicos en zona de explotación por *fracking* a las labores realizadas; las autoridades han detenido algunas explotaciones en espera de aclarar estos extremos. El estado de Nueva York es ejemplo de este proceder. Y además...

**Emisión de gases radiactivos.** A favor del uso de la técnica del *fracking* se da una razón que en sí misma es seria: la lucha contra el cambio climático; pero es una razón que en boca de un petrolero carece de corrección: han negado sistemáticamente y hasta ahora el cambio climático y en este momento lo avientan para defender una explotación de gas muy dudosa en sí misma.

Por supuesto el gas natural tiene ventajas sobre el petróleo en su lucha por la estabilidad del clima, y ello, al menos, por dos razones. La primera por su mayor contenido porcentual de hidrógeno, por lo que a igualdad de energía obtenida, la emisión de CO<sub>2</sub> es menor; la segunda hace referencia al rendimiento del gas en las centrales térmicas si se compara con la de otros combustibles fósiles: el circuito combinado en esta aplicación es muy ventajoso en este aspecto.

Por otra parte, las operaciones a realizar para la obtención de gas de pizarra es muy compleja, si se compara con las necesarias en la explotación del gas convencional: el transporte de productos químicos, agua, líquido de *fracking* devuelto... hace que el consumo de energía se eleve. El informe Tyndall valora este extremo, reconociendo el mayor consumo de energía en la operación *fracking*.

Pero algo que no cita con detalle el informe nombrado es la emisión directa de metano a la atmósfera. Las descargas en los acuíferos, que dan lugar al agua combustible y que, si se tiene suerte, acaban en la atmósfera, son gases de efecto invernadero de una potencia, molécula a molécula, equivalente a 21 unidades de CO<sub>2</sub>. Mucha suerte es necesario tener para que la notable cantidad de CH<sub>4</sub> que significa esas pérdidas compense la diferencia entre las emisiones de CO<sub>2eq</sub> citadas; pero este resultado no es posible realizarlo sin previos cálculos, para lo que son necesarios nuevos datos.

El informe del Parlamento europeo, en sus recomendaciones aclara que no existe una ley europea de minas, y respecto a la explotación de gas de pizarra indica que no hay disponible un análisis detallado y accesible al público de este tipo de trabajo. Nombra además que se carece de un Análisis de Ciclo de Vida que pueda poner en claro el balance coste/beneficios. Como una conclusión indica que se debería desarrollar una logística acerca de quién debe ser la autoridad que evalúe los proyectos de explotaciones de este tipo de mineral, siempre apoyados en los análisis indicados. Parece tan juicioso este criterio que es de esperar

que decisiones unilaterales del Estado español, se tomen un tiempo de espera, mientras el conjunto de los Estados europeos no sigan estas indicaciones.

**Otros impactos.** En los pozos de *fracking* la producción empieza a menguar desde el instante del inicio de la explotación con un ritmo acusado. Se cita que un pozo puede empezar a producir 1,4 millones de m<sup>3</sup>/mes y que su agotamiento se produce a un ritmo de 5% al mes. De esta manera se hace necesaria la constante apertura de nuevos pozos, y es normal en un campo la perforación y puesta en producción de un pozo por mes.

Con este ritmo, las necesidades de agua para la ejecución del *fracking*, de transportes de material peligroso, de maquinaria... se hacen angustiosas.

En conjunto se tiene una serie de caminos por los que puede transitar una contaminación y unos resultados que confirman que la contaminación ha discurrido efectivamente.

Los principales campos de explotación de gas de pizarra son los de Barnett y Marcellus, ambos en EE UU, que han levantado quejas de tipos muy diferentes, y producidos accidentes y fenómenos igualmente variados. Los más llamativos se han relacionado con contaminación de acuíferos, que han llegado a proporcionar a hogares agua combustible, tal era la cantidad de metano en ella disuelto.

## Conclusión

Se sabe poco a nivel público del *fracking*, de la química que se emplea y de los productos que obtiene, por lo que llegar a conclusiones cerradas es una cuestión imposible; pero se está hablando de temas cuyo contexto es conocido, por lo que pueden inferirse cuestiones importantes, si bien necesarias de matizar para este caso concreto.

La industria del petróleo ha sido tradicionalmente sorda a reclamaciones ambientales; su entrada en países de todo tipo ha tenido la delicadeza de un elefante en una cacharrería. Sus huellas son comparables a las de las compañías fruteras en países tropicales. No atrasarán una hora la toma de decisiones si ello puede costarles un céntimo.

Con este antecedente, no se pueden apoyar unas iniciativas que pueden tener trascendencias muy graves.

Lo anterior es solo una cuestión de principio, pero importantísimo; en este caso concreto se sabe de las consecuencias por vía práctica. Hay envenenamientos debidos a múltiples agentes, arrasamiento de terrenos por apertura de vías que no sirven más que a los pozos que se van perforando, por lo que es necesario cuestionar si existe alguna razón, además de la ambición de promotores, para librar estos jinetes del apocalipsis en una zona concreta.

El montaje que implica la explotación de gas de pizarra hace pensar en que tras él se encuentran intenciones escondidas; sin negar que este combustible

puede ampliar el reinado de los combustibles fósiles, al poner en el mercado una cantidad de gas que según datos puede equivaler a un 30% de las cantidades que quedan por explotar de este producto. No cabe la menor duda que este hecho no supone un cambio de paradigma, sino solamente una amnistía temporal, muy breve, al fin de la era de los combustibles fósiles.

La solución a este cambio no está ni podrá estar en algún o muchos alumbramientos de materias de este tipo que se lleven a cabo. Las energías renovables están llamando a la puerta, y el abrirla lo antes posible asegurará que no nos encontrarán a todos muertos ni en condiciones de personas de la edad de piedra, arruinadas por facturas energéticas, muertos por reveses ambientales, ni abrumados por un mundo en el que la técnica ha dejado de existir.

No hay que olvidar que este sistema basado en las energías fósiles tiene una serie de inconvenientes capitales, que es necesario tener siempre en mente. No debemos temer manifestar al menos algunos de ellos.

- 1<sup>a</sup>. Los combustibles fósiles se acabarán por importantes que sean los descubrimientos que se realicen en este sentido. Incluso los grandes del sector han anunciado que se ha atravesado el celebre *pick-oil*, y se llevan treinta años reduciendo los recursos. Se ha visto la parálisis de campos históricos (EE UU ha dejado de ser autosuficiente, el gas de Lac, los yacimientos del mar del Norte...) y, aun cuando algunos criaderos resistan, se inventan técnicas tan discutibles como el *fracking* para mantener los ánimos.
- 2<sup>a</sup>. Los precios, y sobre todo la volatilidad de ellos hace que acudir a los mercados de combustibles sea tan arriesgado como presentarse en una timba de fulleros. Ya se habla que el mercado del petróleo espera a la salida de la crisis con un precio de 200 \$/barril.
- 3<sup>a</sup>. Hablando de fulleros, la mente pone bajo su atención, los protagonistas de este mercado; los jeques árabes y las Siete Hermanas son compañeros de viaje no recomendables. No será soportable el verse en otra guerra del petróleo junto a esos antiguos aliados.
- 4<sup>a</sup>. Razonar sobre la conveniencia de parar el destrozo ambiental también es interesante cuando se comenta sobre el gas de pizarra; este destrozo quizás tenga un protagonista en el cambio climático, pero tiene muchas vertientes. Lo más temperado que se puede decir de la fractura hidráulica es que cualquier prudencia debe ser aplicada: el principio de precaución debe ser insustituible.

**Antonio Lucena** es ecologista e ingeniero de Minas.