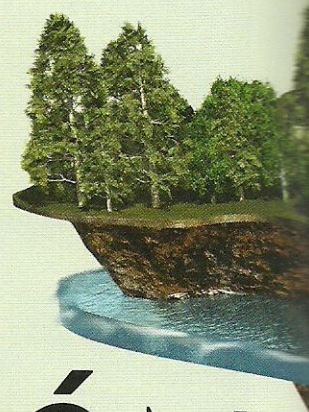




Chris Mooney es periodista científico, autor de varios libros y uno de los responsables del sitio de distribución de contenidos *Point of Inquiry* (www.pointofinquiry.org), perteneciente a una organización educacional sin ánimo de lucro.



ENERGÍA

LOS INCONVENIENTES DE LA FRACTURACIÓN FRACTURACIÓN HIDRÁULICA

Aunque fracturar una sola vez el terreno para extraer gas natural no tiene por qué contaminar el agua de la zona, hacerlo una y otra vez sí podría comportar problemas

Chris Mooney

¿SUPONE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA ALGÚN RIESGO para las reservas de agua potable? Desde hace unos años, esta cuestión ha suscitado un agrio debate. En marzo del año pasado, Anthony Ingraffea, profesor de ingeniería en la Universidad Cornell y experto en esta controvertida técnica de extracción de gas natural, asistió a una convención auspiciada por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA, por sus siglas en inglés). En ella participaban expertos de las principales compañías de gas natural y de perforación de pozos, como Devon Energy, Chesapeake o Halliburton. El objetivo de la reunión consistía en analizar las consecuencias de la fracturación hidráulica, acusada de contaminar con gas y productos químicos las reservas de agua potable de varios estados. Desde hace un tiempo, la polémica no ha hecho sino arriesgar en algunos estados de EE.UU. (Nueva York, Pensilvania, Texas y Colorado), así como en Australia, Canadá, Francia y otros países europeos (España entre ellos).

En su forma más básica, la fracturación hidráulica se ha venido empleando desde finales de la década de 1940. Cuando un eje de perforación vertical choca contra una capa de esquisto, se inyecta agua tratada con productos químicos con el objetivo de reventar la roca y liberar gas natural. Hace poco, sin embargo, a esa práctica se ha sumado la perforación direccional, u horizontal, que permite virar 90 grados y continuar horadando paralelamente a la superficie a lo largo de unos cuantos miles de metros. El resultado ha sido una auténtica *fiebre del gas*: desde entonces, numerosas capas aisladas de esquistos ricos en metano se han hecho accesibles. Se estima que EE.UU. dispone de más de 23 billones de metros cúbicos de este gas de esquisto «no tradicional», unas reservas que podrían durar decenios. Sin embargo, algunos correos electrónicos de la industria publicados por *The New York Times* en junio del año pasado sugieren que su extracción podría resultar más complicada de lo que algunas compañías dan a entender. El problema principal reside en que, a

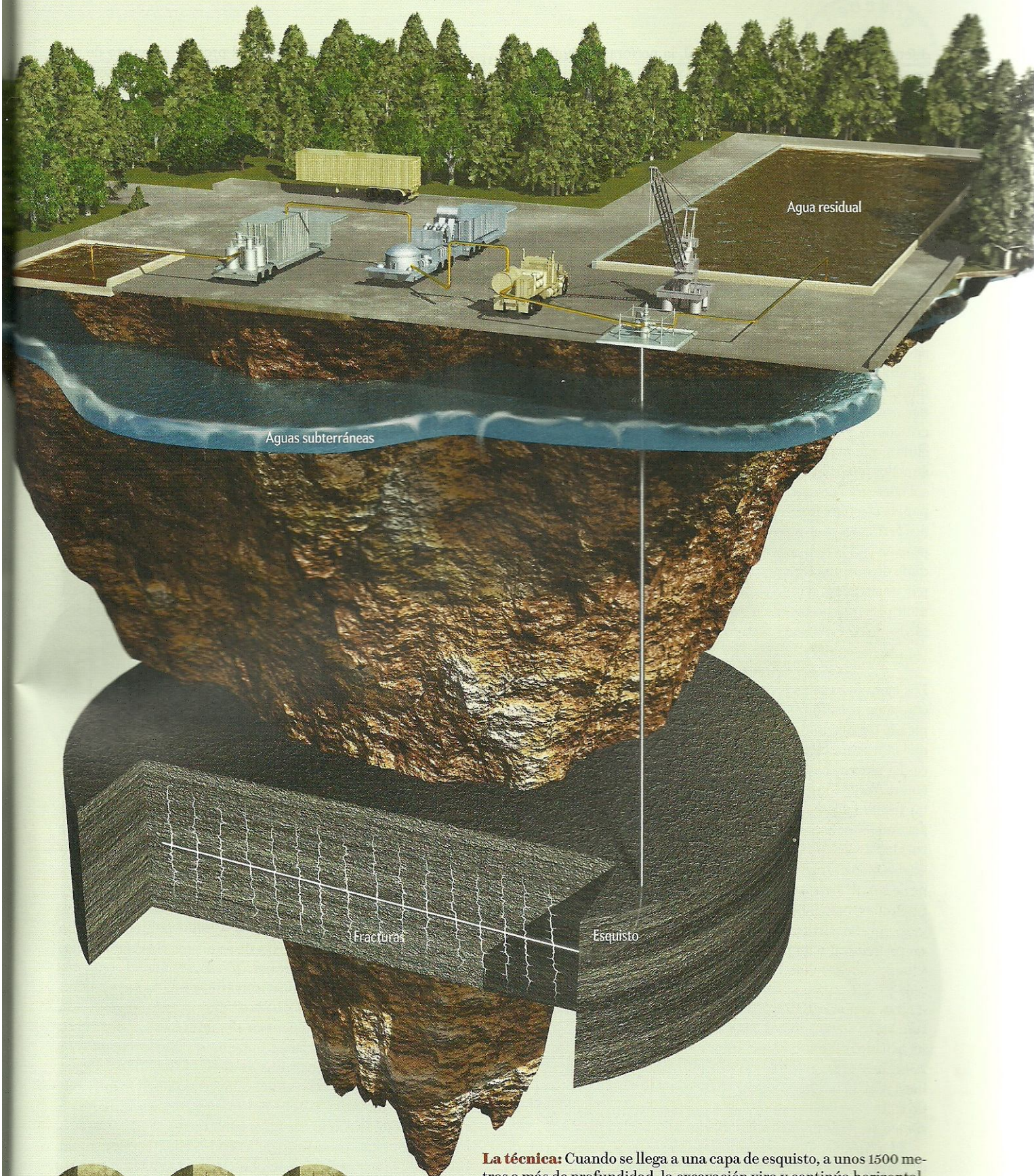
EN SÍNTESIS

La fracturación hidráulica requiere inyectar agua a presión en las capas subterráneas de esquisto para liberar gas natural. Para facilitar la operación, esa agua se carga con compuestos químicos.

Una sola fracturación podría resultar inocua. Sin embargo, el ciclo industrial completo, que incluye el almacenamiento del agua de retorno, ya ha provocado algunos casos de contaminación de aguas.

Algunas medidas, como la introducción de trazadores químicos en el agua empleada para agrietar la roca, podrían aportar pruebas concluyentes sobre los riesgos de la fracturación hidráulica.

A pesar de todo, algunos organismos reguladores estadounidenses han decidido no esperar a que concluyan las investigaciones en curso. La técnica podría acabar aplicándose a gran escala.



La técnica: Cuando se llega a una capa de esquisto, a unos 1500 metros o más de profundidad, la excavación vira y continúa horizontalmente durante otros 1000 o 1500 metros. Luego, la perforadora se retira (*diagrama inferior; izquierda*), se bombea agua a presión tratada con arena y productos químicos para fracturar la roca (*centro*) y el gas liberado fluye hacia arriba junto con el fluido (*derecha*). Las aguas residuales se almacenan después en estanques o cisternas.

diferencia de la fracturación vertical, la perforación horizontal requiere enormes cantidades de agua y productos químicos. Después ha de almacenarse el agua de retorno que asciende tras la fracturación, lo que también comporta riesgos.

Durante el encuentro de marzo, Ingraffea escuchó a los expertos de la industria negar que la fracturación hidráulica fuese la causante de algunos casos documentados de contaminación de pozos de agua potable. También eximían a la técnica de provocar el agua inflamable que ha llegado a manar de algunos grifos domésticos. Según ellos, esos yacimientos resultaban hasta ahora difíciles de explotar debido a que entre las capas de esquisto y los acuíferos median miles de metros de roca. Puede que la técnica de fracturación sea potente, pero no tanto como para abrir nuevas fisuras a través de semejantes masas de roca y conectar las excavaciones horizontales (o «laterales») con el agua subterránea, próxima a la superficie.

«Sus presentaciones mostraban muy bien lo que ellos creen que ocurre», comenta Ingraffea, antiguo empleado de la multinacional de gas Schlumberger y, hoy, uno de los expertos más críticos de esta nueva fiebre. «En todas ellas, los ponentes concluían que algo así era del todo improbable», continúa. Pero aquellos análisis consideraban solo fracturaciones aisladas: una sola descarga de agua en un único lateral. Sin embargo, las compañías efectúan en ocasiones más de una docena de perforaciones verticales muy próximas entre sí, fracturan el lateral de cada pozo en varios tramos y, quizá, repetidas veces. Aunque Ingraffea duda de que una sola perforación lateral pueda conectar las capas de esquisto con la superficie, añade que si se consideran múltiples fracturaciones, las probabilidades aumentan: «¿Cuánto? No lo sé».

CUESTIÓN DE DEFINICIONES

Los científicos y los legisladores que ahora se enfrentan a tan compleja cuestión han llegado algo tarde: podrían haber empleado los resultados de las investigaciones realizadas *antes* de que la fracturación se convirtiese en una actividad tan polémica. La técnica ha causado un conflicto político en el estado de Nueva York, donde el Departamento de Conservación Ambiental reveló hace poco un plan para permitir que las compañías perforadoras pudieran acceder al 85 por ciento de la parte neoyorkina de las formaciones de Marcellus y de Utica. No se autorizaría la fracturación en las cuencas de la ciudad de Nueva York ni en las de Syracuse, ya que sus aguas llegan al ciudadano sin ningún proceso de depuración intermedia.

El departamento, que aprobó las explotaciones tras haber examinado varios estudios, sostiene que vigilará de manera muy estricta los trabajos de perforación. En la práctica, la decisión deja sin efectos una resolución previa que prohibía la fracturación en todo el estado. Y ello a pesar de que la EPA aún no ha concluido un estudio a gran escala sobre la seguridad de la técnica, cuyos resultados preliminares se esperan para finales de 2012. Pero el Departamento de Conservación Ambiental se hallaba poco dispuesto a aguardar las conclusiones de la EPA. Emitió su resolución en octubre y dio de plazo hasta diciembre para someterla a observaciones públicas.

El afán por comenzar con las perforaciones en el estado de Nueva York antes de que la EPA concluyese sus estudios ha obligado a los expertos a determinar qué acusaciones contra la práctica cuentan con cierto peso y cuáles merecen ser examinadas con más detalle. En última instancia, la solución depende de a qué definición de «fracturación hidráulica» deseemos acogernos.

Si por fracturación entendemos el proceso completo de extracción no tradicional de gas, entonces la técnica puede ser acusada de inmediato de varias infracciones graves. En primer lugar, se trata de una operación industrial que requiere entre 7,5 y 15 millones de litros de agua para cada lateral, y entre 55.000 y 225.000 litros de productos químicos; cifras que han de multiplicarse por el número de pozos perforados en cada yacimiento. El transporte de esos líquidos exige una flota de camiones cisterna y descomunales depósitos de almacenamiento.

Después hay que gestionar el agua de retorno, cuyo volumen asciende a un 75 por ciento de la inyectada en el terreno. Esta sube cargada no solo con un cóctel de productos químicos (añadidos al agua para que el líquido de fracturación fluya, para proteger el conducto y como bactericida, entre otros fines), sino con materiales radiactivos y sales procedentes del subsuelo. Esa agua tóxica debe almacenarse en el lugar de la explotación para, después, transportarse a plantas de tratamiento o reutilizarse. La mayoría de las compañías la depositan en fosos a cielo abierto. En EE.UU., numerosos estados exigen que el fondo de dichos depósitos se recubra de materiales sintéticos para evitar las infiltraciones. Otros exigen, además, que los fosos se encuentren alejados de las reservas de agua superficiales. Pero, a pesar de todo, los revestimientos pueden desgarrarse y los fosos pueden desbordarse cuando llueve demasiado. La normativa propuesta por el estado de Nueva York solo autorizará el depósito en tanques herméticos e impondrá medidas adicionales contra las fugas.

Todo lo anterior puede provocar accidentes. «No es una industria libre de riesgos», reconoce Terry Engelder, experto en fracturación hidráulica de la Universidad estatal de Pensilvania. Aunque en líneas generales ha defendido el proyecto, Engelder se ha mostrado crítico con las prácticas de algunas de las compañías. Algunos artículos publicados en *The New York Times* han denunciado la posible contaminación de algunas de las grandes cuencas fluviales en Pensilvania, como las de los ríos Susquehanna y Delaware, a causa de una manipulación deficiente de las aguas de retorno. En el mismo estado, algunos grifos domésticos han desprendido malos olores o incluso llamas, y las compañías han sido responsabilizadas y multadas. Hace poco, el Departamento de Conservación Ambiental impuso a la empresa Chesapeake una multa de casi un millón de dólares por haber contaminado con metano los pozos del agua de 16 familias como resultado de sus prácticas de perforación.

Los incidentes mencionados pueden achacarse al proceso de fracturación si con ello nos referimos a todo el ciclo industrial, pero no necesariamente a la tromba de agua subterránea que fractura la roca. Incluso los más versados en el tema difieren sobre este punto básico. «La exposición al aire libre de tales volúmenes de sustancias químicas constituye una vulnerabilidad real, pero se trata de una amenaza de tipo industrial antes que de una debida a la fracturación en sí», aduce Val Washington, antigua subcomisaria del Departamento de Conservación Ambiental de Nueva York. Ingraffea lo ve de otra manera: «Ojalá la industria dejase de jugar a “no es la fracturación lo que contamina”. Para fracturar la roca hay que perforarla primero. Se están ocultando tras una cuestión semántica».

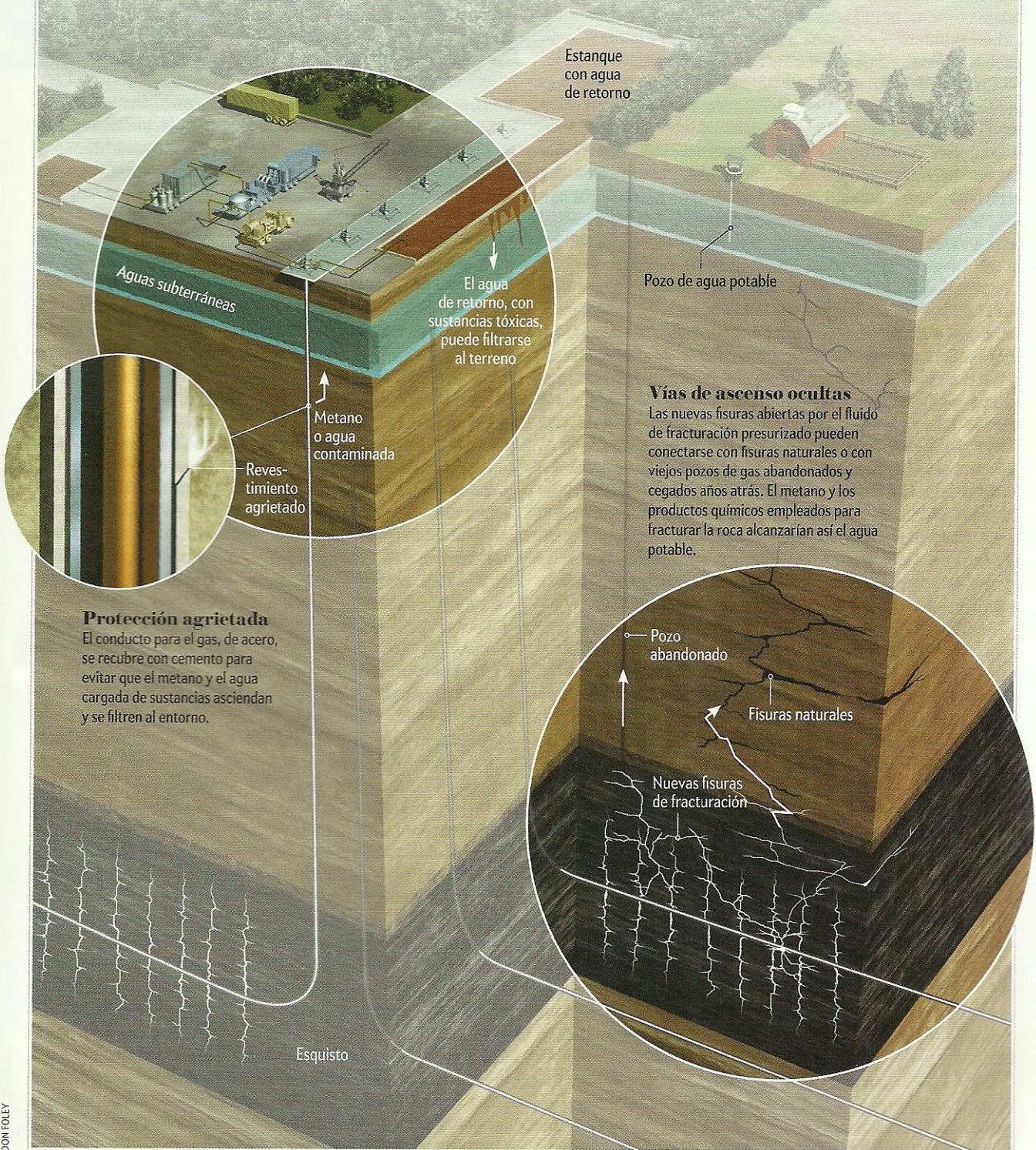
Para demostrar que el problema reside en la fracturación tal y como la define la industria, habría que examinar la que se ha convertido en la más publicitada y, a la vez, la más incierta de todas las amenazas: la posibilidad de que las explosiones de agua a gran profundidad puedan contaminar el agua potable a través de inesperadas vías que comuniquen el esquisto con los acuíferos, mucho más cercanos a la superficie.



Riesgos para el agua potable

Para extraer todo el gas de la capa de esquisto, una perforadora puede llegar a abrir más de una docena de pozos. Los riesgos de la práctica son fundamentalmente tres. En primer lugar, el agua empleada para fracturar la roca se carga con sustancias nocivas; cuando esa agua regresa a la superficie y se almacena (centro), puede acabar infiltrándose en el terreno o rebosando, como ya

ocurrió el pasado mes de septiembre en Pensilvania a causa de la tormenta tropical Lee. Además, los revestimientos de cemento del conducto vertical pueden agrietarse (*inserto, izquierda*) y las nuevas fisuras abiertas por la fracturación podrían acabar conectándose con aberturas naturales o con pozos antiguos (*inserto, derecha*).



Protección agrietada

El conducto para el gas, de acero, se recubre con cemento para evitar que el metano y el agua cargada de sustancias asciendan y se filtren al entorno.

CEMENTO DEFECTUOSO

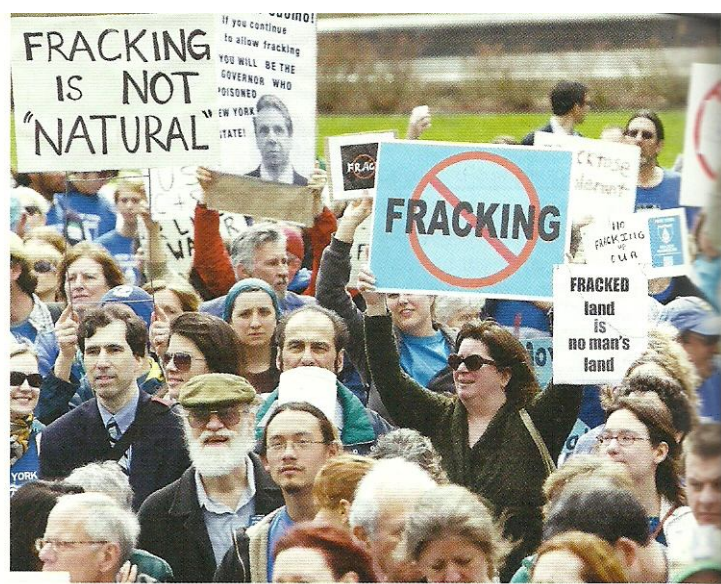
Para entender cuán compleja resulta la cuestión, puede que sea útil recordar la acción legal que la EPA emprendió en 2010 contra Range Resources, una compañía de gas radicada en Texas y que explota los yacimientos de la formación de Barnett. La EPA había concluido que dos pozos de agua potable cercanos a las excavaciones de la compañía se hallaban contaminados con metano de origen «termogénico» profundo. Ese tipo de gas se origina en las capas de esquisto, a diferencia del metano «biogénico» producido por microorganismos en las bolsas más próximas a la superficie, donde suelen hallarse los acuíferos. Además, según la EPA, uno de los pozos contenía compuestos químicos empleados en ocasiones para fracturar la roca, como benceno, y estaba suministrando agua inflamable.

Entre otras medidas, la EPA ordenó a la compañía que proveyese de agua potable a las partes afectadas y que comprobase si otros pozos de la zona se hallaban contaminados. Range Resources defendió con firmeza su inocencia ante los tribunales, esgrimiendo a su favor las «largas distancias horizontales y verticales» que separaban sus yacimientos de los pozos. A mediados de septiembre, la causa había llegado al Tribunal de Apelaciones de EE.UU. Llegados a este punto, resulta fundamental observar que, aun cuando Range Resources cargue con la responsabilidad, ello no implica que la fracturación hidráulica cause el problema. La EPA pidió a la compañía que determinara qué «vías de flujo de gas» pudieron haber provocado los incidentes. Las posibilidades abundan: el gas pudo haber ascendido desde el esquisto fracturado a través de cualquier camino, o un cemento mal aplicado en la parte vertical del pozo, más cercana a la superficie, pudo haber facilitado el paso.

De hecho, las principales sospechas recaen sobre las capas de cemento defectuosas. Al excavar un pozo, este debe atravesar las capas próximas a la superficie, donde se encuentran los acuíferos, así como bolsas de gas desconocidas. El espacio entre la tubería y las paredes del pozo se rellena con cemento, a fin de evitar que el gas ascienda por el exterior del conducto y se infiltre en el agua subterránea. Un fallo en el revestimiento provocaría, asimismo, fugas del agua de retorno.

Según Anthony Gorody, hidrólogo, consultor de compañías de gas y defensor de la técnica de fracturación, el cemento constituye el punto débil más obvio. Otros expertos coinciden: «Si ejecutamos mal un revestimiento, dejamos el camino libre para una posible fuga», explica Robert B. Jackson, ecólogo y experto en recursos hidrológicos de la Escuela Ambiental Nicholas de la Universidad de Duke. A pesar de que la normativa que regula el encementado es amplia y de que la industria se ha esforzado en mejorar la técnica, el problema podría no admitir una solución definitiva. «Un porcentaje importante de los revestimientos de cemento fallará», advierte Ingraffea. «Siempre será así. Es parte de las reglas del juego.»

La contaminación a causa de un cemento mal aplicado supone un problema que viene de largo en los pozos verticales tradicionales, donde a veces también se realizaban fracturaciones. Como explica Washington: «Al oeste de Nueva York existen numerosos pozos que llevan decenios produciendo petróleo y gas, y la fracturación era el único modo de explotar un esquisto tan duro. Esa situación se ha prolongado durante unos veinte años». Lo que ha cambiado con la perforación horizontal, prosigue, es la cantidad de agua requerida: «A causa de la profundidad de las excavaciones y debido a la combinación de fracturación y perforación direccional, en lugar de 300.000 litros de agua ahora necesitamos varios millones de litros para cada fracturación».



Una normativa estricta podría ser la clave para ganarse a los ciudadanos, temerosos de unas prácticas de perforación arriesgadas. En la fotografía, una manifestación en Albany (estado de Nueva York) contra la técnica de fracturación hidráulica (*fracking*).

Ello implica un aumento considerable de la cantidad de compuestos químicos necesarios.

OTROS RIESGOS

Las deficiencias en el encementado explican unos cuantos casos de contaminación de aguas causada por perforaciones no tradicionales, incluida la infracción que costó a Chesapeake un millón de dólares. «Las fugas de metano suponen un problema en algunas zonas, eso es absolutamente cierto», reconoce Engelder. Pero la verdadera cuestión es si existen otras causas. Si todo problema con las aguas subterráneas se debiese al cemento, podría aducirse que la fracturación hidráulica, tal y como la define la industria, consigue un aprobado. En tal caso, solo haría falta una legislación más estricta sobre las actividades de perforación, como acaba de proponer el estado de Nueva York.

El trabajo más interesante sobre las posibles migraciones de gas se expone en un artículo que Jackson y otros colaboradores publicaron en fecha reciente en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. Su contenido concierne a ecologistas y profesionales de la industria por igual.

El equipo de Jackson analizó muestras procedentes de más de 60 pozos privados de agua potable situados sobre las formaciones de esquisto de Marcellus, al noreste de Pensilvania, y la de Utica, al norte del estado de Nueva York. Hallaron metano en 51 de ellos; los más cercanos a las excavaciones contenían más. Los análisis químicos determinaron que gran parte del metano era de origen termogénico profundo, más que de tipo biogénico.

No obstante, ninguna de las muestras contenía ni fluidos de fracturación ni las sales habituales de las capas de esquisto profundas. En consecuencia, Jackson apunta a los revestimientos de cemento defectuosos como causa más probable de la contaminación. Señala también otra posibilidad: las fracturaciones podrían haber abierto grietas ascendentes más allá de la capa de esquisto, y estas se habrían conectado a otras fisuras ya existentes, lo que habría proporcionado al gas un camino de ascenso hacia el agua potable. El noreste de Pensilvania y el norte de Nueva York se encuentran plagados de pozos abandonados. Como observa Jackson: «Decenios atrás, la gente no revestía los pozos con cemento ni los cegaba cuando se agotaban. Imagine un queso de Gruyère cuyos agujeros se adentrasen cientos de metros hacia abajo. No sabemos dónde se encuentran».

Sin embargo, si el metano puede alcanzar el agua potable a causa de las grietas abiertas por las perforaciones horizontales, ¿por qué no ocurre lo mismo con los productos químicos empleados en la fracturación? Al respecto, Jackson y Engelder solo pueden hacer conjeturas. Cuando se libera el gas de la roca, la presión inicial basta para impulsar el agua con los productos químicos hacia arriba. Pero quizás esa corriente se atenúe con rapidez; más tarde, el gas podría continuar ascendiendo, pero el agua no.

A pesar de todo, si las fracturas llegasen a conectarse con fisuras preexistentes o con pozos antiguos, los productos químicos bien podrían representar un riesgo para las aguas subterráneas. Kevin Fisher, ingeniero de Pinnacle Technologies, ha examinado miles de fracturas en las perforaciones horizontales de las formaciones de Barnett y Marcellus. Tras medir su longitud con un equipo de detección microsísmica, Fisher halló que la más extensa en la formación de Marcellus contaba con una extensión vertical de 600 metros. «Eso implica una separación física muy buena entre el extremo superior de las fracturaciones y los acuíferos», afirma.

Otros ingenieros no han obtenido las mismas conclusiones. En la Columbia Británica, en Canadá, los reguladores catalogaron 19 incidentes de «comunicación entre fracturaciones»: pozos recientes que acabaron conectados de manera inesperada con otros ya existentes. En uno de los casos, la comunicación se dio entre pozos que se encontraban a más de 600 metros de distancia. Tal y como advirtió a las compañías explotadoras la Comisión de Gas y Petróleo de la Columbia Británica: «Las conexiones subterráneas debidas a las operaciones de fracturación hidráulica a gran escala se han mostrado difíciles de predecir». El organismo añadía que la longitud de las fracturas podía extenderse más de lo previsto a causa de una resistencia insuficiente de las capas de roca superiores.

Nada de lo anterior demuestra que la fracturación de una capa de esquisto horizontal haya contaminado directamente un acuífero. Lisa Jackson, administradora de la EPA, declaró en fecha reciente que no se había documentado ningún caso, aunque añadió que existían investigaciones en curso. No obstante, la falta de pruebas no demuestra que el riesgo no exista. *The New York Times* y el Grupo de Trabajo Ambiental (una organización estadounidense sin ánimo de lucro) denunciaron hace poco un supuesto caso de contaminación que dataría de 1984, en el que un pozo fracturado en Virginia Occidental habría atravesado un pozo abandonado y contaminado el agua potable. La industria impugna la validez del alegato.

¿DEMASIADO TARDE?

En cualquier caso, para condenar o absolver la fracturación —la definamos como la definamos— se necesita más información. Por ello, el estudio de la EPA se propone examinar las diferentes posibilidades: fosos sin revestimientos y con fugas, cementados deficientes, o las vías de comunicación entre fracturas profundas y la superficie. La agencia estudiará cinco supuestos casos de contaminación de aguas subterráneas para determinar las causas (dos de ellos en Pensilvania) y controlará las actividades de perforación en otros dos yacimientos. Asimismo, empleará modelos computacionales para simular lo que ocurre en las profundidades hurtadas a la observación directa.

Ingraffea aconseja desarrollar un modelo que logre iterar un escenario con múltiples pozos, un gran número de fracturaciones y la circulación del gas y el líquido en un volumen de unos cuatro kilómetros cúbicos de roca a lo largo de varias semanas de perforación. «Se necesitarán ordenadores de gran potencia»,

afirma. Ingraffea sostiene que tales modelos servirían, como mínimo, para indicar bajo qué circunstancias la migración del gas resulta más probable.

Pero hallar un modelo de tales características puede resultar complicado. En la actualidad, el código que suele emplearse para simular reservas subterráneas —y el que la EPA planea utilizar— se denomina Tough2. Para Ingraffea, sin embargo, dicho modelo no goza de calidad suficiente. Las grandes compañías usan sus propias simulaciones y, en su opinión: «Lo mejor de lo mejor en cuanto a recursos humanos, programas, instrumental y calidad de datos se encuentra hoy en manos de las compañías explotadoras y de servicios». Ingraffea duda de que Tough2 logre manejar con la precisión necesaria todos los detalles que intervienen en la propagación de las fracturaciones.

Mientras tanto, Jackson y Gorody convienen en que la EPA debería realizar controles químicos en los pozos de agua potable antes y después del inicio de las perforaciones en los nuevos yacimientos. Solo los compuestos químicos hallados tras el inicio de las perforaciones podrían contrarrestar el argumento que suele esgrimir la industria: que las aguas ya se encontraban contaminadas con anterioridad.

Geoffrey Thyne, geólogo de la Universidad de Wyoming y experto en yacimientos petrolíferos, propone otra manera de resolver el rompecabezas de la fracturación: obligar a las compañías a añadir trazadores químicos a los líquidos de fracturación. Si el compuesto aparece donde no debe, ello supondría una prueba incontrovertible. Thyne sostiene que introducir un trazador debería ser «relativamente sencillo», si bien añade que gran parte de la industria no contempla la sugerencia con buenos ojos. La EPA afirma estar «considerando» el uso de trazadores. También avisa de que gran parte de la información recibida acerca de los productos químicos empleados en la fracturación ha sido declarada como «información empresarial confidencial» por parte de las compañías, motivo por el que la EPA no la ha puesto a disposición del público. Esa situación podría cambiar si se tomasen las medidas legales oportunas.

Puede que los estudios de la EPA y otros similares arrojen algo de luz sobre toda una serie de alegaciones complejas y antagónicas. Aun así, las conclusiones quizá lleguen demasiado tarde. Según Amy Mall, analista del Consejo de Defensa de los Recursos Naturales: «La fracturación nunca ha sido investigada a conciencia. Se trata de un experimento a gran escala que carece de parámetros científicos sólidos que lo guíen».

Quienes en Nueva York, Pensilvania y otros estados se oponen a la fracturación hidráulica suelen manifestarse con una misma pancarta: una en la que aparece la palabra «FRACK» rodeada por una circunferencia roja y atravesada por una línea. Lo más irónico es que, aunque muy probablemente las compañías de gas hayan cometido negligencias en sus actividades de perforación de pozos y disposición de residuos, la fracturación hidráulica en sí podría salir absuelta. Y aunque esas señales de prohibición no estarían justificadas, sí lo estarían los temores.

PARA SABER MÁS

Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Stephen G. Osborn et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 108, n.º 20, págs. 8172-8176, 17 de mayo de 2010. www.nicholas.duke.edu/cgc/pnas2011.pdf

Environmental protection agency draft plan to study the potential impacts of hydraulic fracturing on drinking water resources. EPA, febrero de 2011. Disponible en www.epa.gov/research

Revised draft supplemental generic environmental impact statement on the oil, gas and solution mining regulatory program. Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York, septiembre de 2011. www.dec.ny.gov/energy/75370.html