

---

## ANEXO

# Informe técnico: “Fracturación hidráulica (*Fracking*) y sus potenciales consecuencias en el medio ambiente”

José Vicente Úbeda Arévalo

*Técnico del Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Valencia. Doctor en Ciencias Químicas*

Juan Sanchís Giménez

*Técnico del Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Valencia. Doctor ingeniero, master en Tecnología Ambiental, ingeniero técnico de Minas*

Emilio J. Sanchís Moll

*Jefe del Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Valencia. Doctor en Ciencias Geológicas, ingeniero técnico de Minas*

## Introducción

En España, las operaciones de investigación y explotación de hidrocarburos se regulan mediante la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, mientras que, en el momento actual, no existen en la Unión Europea normativas reguladoras específicas de los aspectos ambientales asociados a las actuaciones conocidas como fracturación hidráulica (*Fracking*). Tampoco existen regulaciones medioambientales específicas en el ámbito estatal, ni en el ámbito autonómico de la Comunidad Valenciana sobre la materia.

Desde un punto de vista técnico, los aspectos medioambientales del *Fracking* tienen un carácter universal, es decir, las operaciones de fractura hidráulica pueden llevarse a cabo en cualquier área geográfica del planeta, siempre que las condiciones geológicas de la roca almacén así lo recomienden.

Cabe destacar que, por el momento, no existen, ni han existido, experiencias de operaciones de fractura hidráulica en la provincia de Valencia.

## Concepto de fractura hidráulica

Se conoce como *Fracking* al proceso de fractura hidráulica del subsuelo para conseguir extraer hidrocarburos, principalmente gas y petróleo; al gas extraído se le denomina “gas pizarra”, “gas de esquisto” y “gas no convencional”, y, en inglés, “*shale gas*”.

El proceso de *Fracking* es una técnica relativamente novedosa en Europa, mientras que en Estados Unidos se utiliza frecuentemente. Como ejemplo, cabe desta-

car que en el año 2009, en el estado de Colorado (EE. UU.), existían más de 38 000 pozos [1].

La técnica de fractura hidráulica ha sido económicamente viable desde mediados de la década de 1990. No obstante, recientemente cuenta con un mayor desarrollo, ya que una combinación de factores, tales como el avance tecnológico, el deseo de disminuir la dependencia de la energía exterior, y los altos precios del petróleo, han contribuido al desarrollo actual de este tipo de operaciones.

## Descripción del proceso de fractura hidráulica

El proceso consiste en realizar una perforación vertical a una profundidad comprendida entre 1000 y 5000 metros, en función de las características geológicas del terreno, que, posteriormente, en el fondo de la misma, se perfora en sentido horizontal o inclinado. A continuación, se introduce una gran cantidad de fluido (agua a presión, arena y compuestos químicos), con lo que se consigue una presión muy elevada que es capaz de fragmentar las rocas y liberar el hidrocarburo presente en el subsuelo. Al mismo tiempo, pueden efectuarse pequeñas detonaciones subterráneas para favorecer el proceso de fractura. Los compuestos químicos utilizados tienen como objetivo principal mejorar la efectividad de la fractura, aunque los agentes químicos utilizados suelen estar sometidos a secreto industrial. No obstante, en la página web de la plataforma que reúne a la industria en España (Shale Gas España) se indica que “la composición química de los compuestos utilizados como aditivos químicos se reve-

la a las autoridades competentes. Además, la industria se compromete a mantener informados a los ciudadanos acerca de los compuestos que se utilizarán como aditivos en cada pozo”.

### Antecedentes en operaciones de estimulación de rocas

Desde los años 70, se encuentran descritas, dentro del campo de la hidrología subterránea, las siguientes operaciones de estimulación de rocas en medios acuíferos para obtener agua potable:

\* Estimulación y desarrollo por acidificación [2]. “(...) La acidificación consiste en adicionar un ácido, que generalmente es ácido clorhídrico comercial, al medio acuífero. De esta forma, se disuelven las rocas calizas con rapidez y las rocas dolomías más lentamente. La cantidad de ácido a inyectar es elevada, siempre del orden de varias toneladas, pudiendo alcanzar decenas. La eficacia del proceso de acidificación puede ser mejorada utilizando ciertos aditivos químicos [3], tales como cloruro cálcico, ácido láctico, alcohol amílico, etc.”.

\* Estimulación y desarrollo con explosivos [2]. “(...) La estimulación con explosivos se debe aplicar a rocas duras donde la permeabilidad dominante sea la fisurización. A veces se usa la nitroglicerina, pero la dinamita y la gelatina explosiva son más fáciles de manipular y menos peligrosas, y por ello son los explosivos más utilizados en la estimulación de pozos, junto con el explosivo amonato (...).”.

### Aspectos medioambientales regulados en la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos

Los requisitos ambientales para el solicitante de autorización de la actividad de exploración se refieren a medidas de protección ambiental. Para la actividad de investigación los requisitos ambientales se refieren a medidas de protección ambiental y el plan de restauración. Para la actividad de explotación los requisitos ambientales se refieren a estudio de impacto ambiental, plan de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como recuperación del medio.

La Ley 12/2007, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998, de octubre, del sector de hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directi-

va 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de gas natural, incluye los anteriores requisitos ambientales para el solicitante de autorización.

### Potenciales consecuencias del *Fracking* en el medio ambiente

Vale la pena destacar que las diferentes actividades asociadas al proceso de fractura hidráulica generan situaciones de riesgo para nuestro entorno, lo que no equivale necesariamente a que se produzca un impacto desfavorable en nuestro medio ambiente, puesto que el establecimiento de las oportunas medidas preventivas para cada uno de los impactos puede hacer que los riesgos sean muy reducidos, aunque nunca serán nulos, tal y como sucede en cualquier actividad. En la actualidad, el de las posibles consecuencias del proceso de fractura hidráulica es un tema controvertido, debido precisamente a las diferentes interpretaciones sobre el potencial riesgo que conllevan las operaciones asociadas al *Fracking*, y, consecuentemente, sobre la probabilidad de que se produzca un determinado impacto negativo en el medio ambiente.

Las diferentes interpretaciones de las posibles consecuencias ambientales del *Fracking*, pueden hacer que unos países prohíban las operaciones de fractura hidráulica (por ejemplo, Francia, Bulgaria,...), y otros las autoricen (por ejemplo, EE.UU., Reino Unido, Polonia,...).

Las potenciales consecuencias medioambientales se han estructurado en los siguientes ámbitos:

- 1.- Disponibilidad de agua.
- 2.- Tratamiento de aguas residuales.
- 3.- Acuíferos.
- 4.- Ciclo del agua.
- 5.- Movimientos sísmicos.
- 6.- Emisiones a la atmósfera.
- 7.- Riesgo de incendio y explosión.
- 8.- Ocupación de terreno y paisaje.
- 9.- Ruido y circulación de vehículos pesados.
- 10.- Proximidad a zonas residenciales.
- 11.- Lugares de especial interés medioambiental.

#### 1.- Disponibilidad de agua

El proceso de fractura hidráulica requiere cantidades importantes de agua. En la fase de explotación, en cada kilómetro cuadrado se pueden instalar entre 1 y 6 po-

zos. Cada pozo requiere entre 10 000 m<sup>3</sup> y 30 000 m<sup>3</sup>, lo que equivale a unos 400-1200 camiones cisterna.

La necesidad de agua y la explotación de acuíferos pueden generar conflictos relacionados con el uso del agua. Uno de los principales conflictos puede aparecer en el sector agrícola.

## 2.- Tratamiento de aguas residuales

Además de los agentes químicos utilizados en las operaciones, el fluido de retorno puede contener, entre otras cosas, altas concentraciones de sodio, calcio y magnesio, debiendo ser oportunamente tratado antes de su vertido, puesto que el agua con sales puede inhibir la germinación y crecimiento vegetal. Además, grandes cantidades de sodio pueden cambiar las propiedades de los suelos [4].

## 3.- Acuíferos

### Potencial contaminación por gas metano y agentes químicos:

Pueden existir fugas por una deficiente o inadecuada construcción del pozo. La contaminación de acuíferos por metano o agentes químicos es posible, pero su probabilidad es baja [4]; de hecho, se conoce la existencia natural de gases en las aguas subterráneas, independientemente de las operaciones de fractura hidráulica [5]. La probabilidad disminuye según aumenta la profundidad de las operaciones de *Fracking*. Existe también el riesgo de que la fracturación hidráulica pueda facilitar la migración de sustancias tóxicas naturales presentes en el subsuelo, tales como mercurio, plomo, arsénico, etc. [4].

### Controversia en estudios sobre la potencial contaminación de acuíferos por gas metano:

Existen dos publicaciones en la revista científica *PNAS (Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America)*, realizadas en 2011, que resultan controvertidas:

\* Título: "Contaminación de metano en el agua acompañando a pozos de perforación y fractura hidráulica" (autor: OSBORN, S. G., y colaboradores) [6].

El estudio concluye que existe una mayor concentración de metano en el agua analizada próxima a los pozos. En algunos casos, la concentración de metano está próxima al riesgo de explosión (64 mg/l). Sin embargo, no se observa contaminación por agentes químicos

utilizados en el proceso del *Fracking*. Concluye que resulta necesaria una regulación para garantizar el futuro sostenible de las extracciones.

\* Título: "Falta de datos para asociar una relación entre la contaminación por metano en el agua y la fractura hidráulica" (autor: SABA, T., y colaboradores) [7].

En este trabajo se critica el estudio anterior, indicando que las concentraciones medias de metano observadas, los isótopos analizados y la falta de comparación entre pozos activos y no activos, no permiten asegurar la relación entre la contaminación por metano y la fractura hidráulica, pudiendo tratarse de una contaminación de origen natural, lo que podría estar relacionado con la existencia de metano en pozos en los que no ha existido fracturación hidráulica en más de 500 km a la redonda [5].

## 4.- Ciclo del agua

En respuesta a la preocupación pública, la Cámara de Representantes de EE.UU. pidió a la Agencia de Protección Ambiental (EPA-Environmental Protection Agency) realizar investigaciones científicas para examinar la relación entre los procesos de fractura hidráulica y los recursos de agua potable (USHR, 2009). En el año 2011, la EPA comenzó sus investigaciones mediante el "Estudio de los potenciales impactos de la fractura hidráulica en los recursos de agua potable". Se emitió un informe de progreso [8] en el mes de diciembre de 2012, pero los resultados finales no estarán disponibles hasta 2014. La información presentada en el informe de progreso no permite obtener conclusiones sobre el posible impacto del *Fracking* en los recursos de agua potable.

El estudio de la EPA se ha estructurado en cinco etapas, con el siguiente alcance:

1.- Toma de agua (*Water acquisition*). Estudio de los posibles impactos de las extracciones de grandes volúmenes de agua superficial y subterránea en los recursos de agua potable.

2.- Mezcla química (*Chemical Mixing*). Estudio de los posibles impactos de derrames de los fluidos del *Fracking* en la superficie, en la zona de los pozos y en los recursos de agua potable.

3.- Inyección en el pozo (*Well injection*). Estudio de los posibles efectos de la inyección de la mezcla química y el proceso de fractura hidráulica en los recursos de agua potable.

4.- Flujo de retorno y agua residual producida (*Flowback and produced wastewaters*). Estudio de los

posibles impactos del fluido de retorno y de los derrames superficiales en la zona del pozo o en los recursos de agua potable.

5.- Tratamiento del agua residual y disposición de residuos (*Wastewater treatment and waste disposal*). Tratamiento de aguas residuales y eliminación de residuos. Posibles efectos del tratamiento inadecuado de las aguas residuales sobre los recursos de agua potable.

## 5.- Movimientos sísmicos

La posible relación entre el proceso de fractura hidráulica y la actividad sísmica es un asunto controvertido. Hasta ahora, la industria no ha reconocido que el proceso de fractura hidráulica genere actividad sísmica de grado significativo. De hecho, el uso habitual del *Fracking* en Estados Unidos no parece haber demostrado una relación causal directa entre la fractura y la actividad sísmica [4]. Tan solo se han reconocido dos microseísmos en el condado de Lancashire (Reino Unido), de 2,3 y 1,5 grados en la escala de Richter. El ministro de Energía del Reino Unido autorizó seguir adelante con los trabajos, implantando nuevas medidas de control para minimizar el riesgo de actividad sísmica.

Desde la asociación Shale Gas España se afirma que “la empresas monitorizan en tiempo real la actividad sísmica que se puede producir antes y durante las operaciones, lo que les permite detectar cualquier registro anómalo y establecer, en su caso, las medidas correctoras necesarias”.

## 6.- Emisiones a la atmósfera

Resulta un aspecto controvertido debido a las siguientes circunstancias: Para la industria uno de los aspectos favorables del gas extraído mediante *Fracking* consiste en que se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con otras energías tales como petróleo y carbón. No obstante, se pueden producir emisiones por gas metano, por lo que no se reducirían las emisiones de gases de efecto invernadero. El gas metano tiene un poder 20 veces superior al CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero cuando se emite directamente a la atmósfera [1]. Por otra parte, las inversiones destinadas a operaciones utilizando la técnica del *Fracking* podrían reducir las inversiones destinadas a energías renovables con un balance de carbono cero.

Emisiones de metano y compuestos orgánicos volátiles:

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE.UU. anunció, el pasado 18 de abril de 2012, una nueva y actualizada regulación de la contaminación atmosférica de las emisiones de metano y compuestos orgánicos volátiles para las instalaciones de producción de gas y petróleo. Las empresas productoras disponen de un plazo, que finaliza en enero de 2015, para cumplir con las nuevas regulaciones, resultando obligatorias para los nuevos pozos. Las nuevas reglas requieren equipamientos tales como plantas de proceso, tanques de almacenamiento, controles neumáticos, deshidratadores de glicol, compresores en las tuberías, etc. [1].

## 7.- Riesgo de incendio y explosión

El hidrocarburo a extraer mediante las operaciones de *Fracking* es un compuesto inflamable, lo que genera, en sentido general, un riesgo de incendio y explosión. No obstante, este riesgo también existe en otras actividades industriales, distintas a la fractura hidráulica, que manejan sustancias inflamables, donde se deben establecer las oportunas medidas de seguridad y control.

## 8.- Ocupación de terreno y paisaje

Las operaciones de fractura hidráulica precisan de una significativa ocupación de terreno, por lo que la fase de explotación, utilizando la técnica de fractura hidráulica, produce un notable impacto en el paisaje. No obstante, una vez finalizadas las operaciones de fractura hidráulica, deben establecerse las oportunas actuaciones para llevar a cabo la restauración del paisaje.

## 9.- Ruido y circulación de vehículos pesados

Las operaciones de fractura hidráulica conllevan un incremento del ruido debido a la circulación de vehículos pesados, pero estas circunstancias no son exclusivas de las actividades de *Fracking*, ya que también ocurren en otras actividades (industriales o mineras).

## 10.- Proximidad a zonas residenciales

Ciertos riesgos para las personas derivados de las operaciones de *Fracking* se incrementan cuando las instalaciones se encuentran próximas a zonas residenciales. Se deberían evitar las operaciones de *Fracking* en las proximidades de zonas residenciales.

## 11.- Lugares de especial interés medioambiental

Para garantizar la adecuada protección medioambiental y evitar cualquier tipo de riesgo, se deberían evitar, en la medida de lo posible, las operaciones de fractura hidráulica en zonas donde el potencial impacto pueda afectar a lugares de especial interés medioambiental, tales como parques naturales, parajes naturales municipales, lugares de importancia comunitaria (LIC), zonas de especial protección para las aves (ZEPA), humedales, etc.

### Impacto social de los aspectos ambientales

El movimiento social de rechazo a las operaciones de *Fracking* es creciente, y se está produciendo en los diferentes países donde se autorizan operaciones de fractura hidráulica.

### Oportunidad de desarrollo económico y social

La explotación de gas no convencional (gas pizarra, o gas de esquisto) puede suponer una oportunidad para impulsar el desarrollo económico y social, generando actividad económica y empleo. Estos aspectos positivos en el desarrollo económico que comporta esta actividad, son aspectos básicos a considerar bajo el punto de vista del desarrollo sostenible.

Al mismo tiempo, podrían contribuir a conseguir una menor dependencia del gas exterior.

### Posicionamiento del Ilustre Colegio de Geólogos sobre la fracturación hidráulica

La Junta de Gobierno del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG) de fecha 18 de febrero de 2013, aprobó el siguiente posicionamiento sobre la técnica de la fracturación hidráulica:

"El ICOG insta a los poderes públicos a que regulen adecuadamente el empleo de las tecnologías de fractura hidráulica para evitar que afecten a la salud humana, a los bienes y al medio ambiente, particularmente a los acuíferos (...)

"El ICOG se pone a disposición de la Administración General del Estado y de las comunidades autónomas y organismos y poderes públicos con competencias en la materia, para asesorar en la realización de una norma-

tiva de fracturación hidráulica medioambientalmente sostenible, sobre todo en aquellos puntos relacionados con el medio natural (geología, hidrogeología, contaminación de acuíferos, riesgos de afección, etc.)".

### Permisos de investigación de hidrocarburos en la provincia de Valencia

En la provincia de Valencia los permisos vigentes para la investigación de hidrocarburos denominados "Benifayó", "Gandía", "Alta Mar 1" y "Alta Mar 2", se circunscriben geográficamente a zonas de mar (figura 1). En la definición de los permisos de investigación en el subsuelo marino, en principio, no se contemplan operaciones de fractura hidráulica.

Existe una solicitud de permiso de investigación denominada "Polifemo" (figura 1), que fue publicada en el BOE el día 10 de enero de 2011, que cubre área de tierra y mar. Los municipios afectados son Gandía, Simat de Valldigna, Tabernes de Valldigna, Barx, Favara, Pinet, Xeresa, Xeraco, Rafelguaraf, Carcaixent, Alzira y Quatretonda. La solicitada, en el momento actual, se encuentra pendiente de autorización por parte de la Administración central.

### Conclusiones

A pesar de la creciente movilización social, nacional e internacional, frente a las operaciones de fractura hidráulica, cabe destacar que sus potenciales impactos en el medio ambiente, que tienen un carácter universal, han resultado ser, en algunos casos, controvertidos.

Por otra parte, los requisitos ambientales que establece la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, para las actividades de inspección y explotación, son claramente distintos:

- En el caso de actividades de investigación se deben acreditar las medidas de protección ambiental.
- En el caso de actividades de explotación se debe acreditar un estudio de impacto ambiental.

Assumiendo que las medidas de protección ambiental deben ser las oportunas, los autores de esta publicación consideran que a la vista de los elementos intervinientes en el proceso de fractura hidráulica, debería requerirse, en cualquier caso, en las fases tanto de investigación como de explotación, un estudio de impacto ambiental a los solicitantes de autorización, que incluya las "medidas" para garantizar una oportu-

tuna protección ambiental, dado que este estudio es el instrumento de que dispone la Administración para garantizar que se toman las medidas preventivas y correctivas para minimizar todo tipo de impactos en el medio ambiente.

En resumen, la técnica de fractura hidráulica, por sus características físicas y químicas, puede generar potenciales impactos en el medio ambiente, tales como la necesidad de un gran consumo de agua, la potencial emisión de contaminantes a la atmósfera, la potencial contaminación del agua subterránea, la potencial contaminación del subsuelo y suelo, la potencial generación de actividad sísmica, la generación de contaminación acústica (ruido), la alteración del paisaje, etc. Cualquiera de estos potenciales impactos podría fundamentar una posición contraria, especialmente a nivel social, al uso de las técnicas de *Fracking*. Además, es razonable pensar que la cantidad de hidrocarburo a extraer será proporcional a la magnitud del proceso de fragmentación de las rocas, circunstancia que podría incrementar, a nivel teórico, los potenciales impactos. Como medio de favorecer una adecuada protección ambiental, todos los potenciales impactos anteriormente citados deberían ser considerados en un profundo estudio de impacto ambiental.

Ahora bien, la profundidad en el subsuelo en que se realizan las operaciones de fractura de las rocas, los estudios previos realizados (geológicos, hidrogeológicos, etc.), las tecnologías utilizadas y los sistemas de seguridad (prevención y control) empleados, pueden hacer que el grado de riesgo, es decir, la probabilidad de que un impacto potencial pueda transformarse en un impacto real negativo en el medio ambiente, se minimice notablemente.

Algunos posibles impactos en el medio ambiente han resultado controvertidos. Atendiendo a un criterio de prudencia, cabría esperar hasta conocer el resultado de las experiencias internacionales sobre el *Fracking* para disponer de mayor información sobre el grado de riesgo real de los potenciales impactos en el medio ambiente. Como ejemplo, es oportuno destacar que el estudio de los potenciales impactos de la fractura hidráulica en los recursos de agua potable, que está llevando a cabo la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), tiene prevista su finalización en el año 2014.

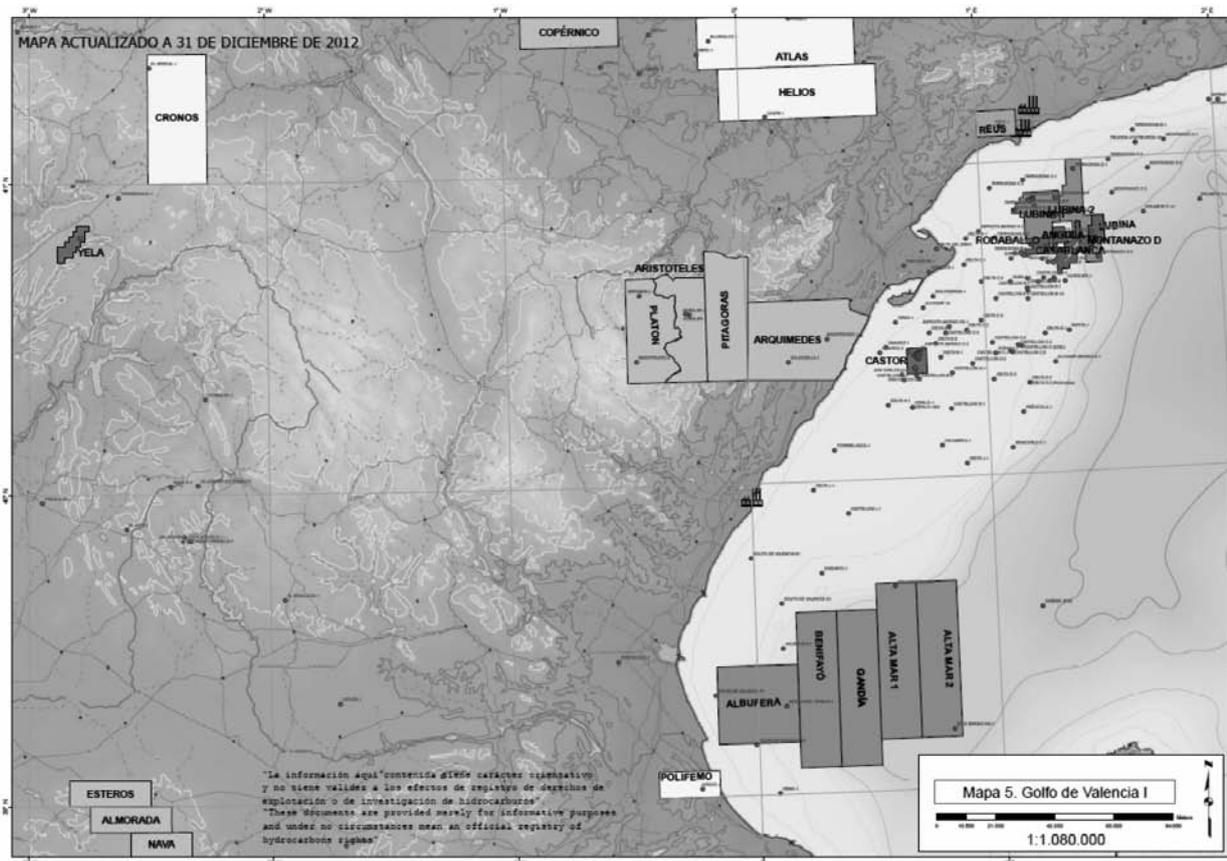
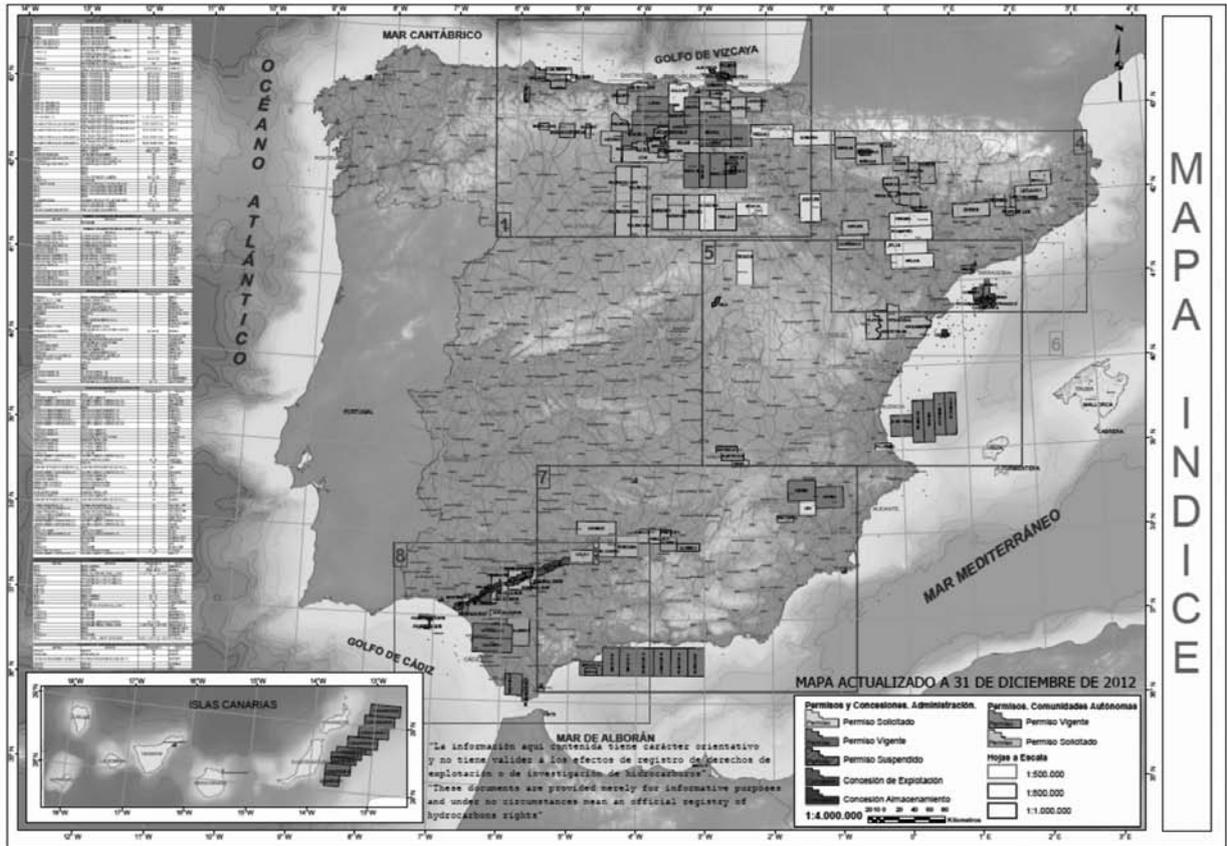
Los autores de esta publicación consideran necesaria la regulación de todos los aspectos medioambientales asociados con la técnica de fractura hidráulica. De

forma adicional a los ámbitos propuestos por el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (Geología, Hidrogeología, contaminación de acuíferos, riesgos de afección, etc.), deberían regularse, por ejemplo y entre otros, los agentes químicos a utilizar y su cantidad, el control y minimización de potenciales emisiones de metano y compuestos orgánicos volátiles, el control y tratamiento de aguas residuales con sustancias químicas peligrosas que pueden migrar desde el subsuelo a la superficie, las mejores técnicas disponibles, etc.

Además, sería muy oportuno que la regulación de los aspectos ambientales de la fractura hidráulica se realizase en la Unión Europea, puesto que, en determinadas circunstancias, el potencial impacto de las operaciones de *Fracking* podría afectar a más de un país.

## Bibliografía

- [1] WEINHOLD, B., "The future of Fracking. New rules target air emissions for cleaner natural gas production", *Environmental Health Perspect*, 2012 July, 120 (7): a272-a279.
- [2] CUSTODIO, E. y LLAMAS, M. R., *Hidrología subterránea*, Ed. Omega, 1976.
- [3] SANCHÍS, E., *Sistema simplificado de acidificación de pozos* (ponencia en la Conferencia nacional sobre hidrogeología general y aplicada), Salón bienal monográfico del agua, Zaragoza, 1975.
- [4] PEDUZZI, P., et. al., "Gas Fracking: can we safely squeeze the rocks?", UNEP (United Nations Environment Programme) – Geneva, Environmental Development, 2012.
- [5] RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., et. al., "Problemática de la presencia de gases en las aguas subterráneas del valle del Guadalentín (Murcia)", *IV Simposio de Hidrogeología*, págs. 117-137, Palma de Mallorca, 1987.
- [6] OSBORN, S. G., et al., "Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing", *Proc Natl Acad Sci USA*, 2011 May 17, 108 (20): 8172-6.
- [7] SABA, T., et al., "Lack of data to support a relationship between methane contamination of drinking water wells and hydraulic fracturing", *Proc Natl Acad Sci USA*, 2011 Sept 13, 108 (37): E663.
- [8] *Informe de progreso de la EPA* (Environmental Protection Agency, EE.UU.) *sobre el potencial impacto de la técnica de fractura hidráulica en los recursos de agua potable*, 2012.



**Figura 1: Permisos de investigación de hidrocarburos**  
 (Información en los mapas actualizada a 31 de diciembre de 2012)  
 Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2013. ■