

## Informe

# Borrador del Plan Estratégico de Fractura Hidráulica en Castilla La Mancha

Cliente:



**Castilla-La Mancha**

Código: PD-568004-388\_R0

Febrero 2019

[Página dejada intencionadamente en blanco]

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>3. OBJETO Y ALCANCE .....</b>	<b>2</b>
<b>4. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
4.1. COMUNITARIA.....	2
4.2. ESTATAL.....	3
4.3. AUTONÓMICA .....	5
<b>5. TÉCNICA DE FRACTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>6</b>
5.1. DEFINICIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES .....	6
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA Y FRACTURACIÓN HIDRÁULICA DE ALTO VOLUMEN.....	7
5.2.1 Proceso de fracturación hidráulica.....	8
5.2.2 Equipos .....	10
5.2.3 Materiales.....	10
5.3. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	11
<b>6. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA.....</b>	<b>12</b>
6.1. SITUACIÓN EN ESPAÑA .....	13
6.2. SITUACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA.....	13
6.3. SITUACION A NIVEL INTERNACIONAL .....	16
<b>7. MODELO DE PLANIFICACIÓN Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
7.1. IDENTIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS POTENCIALES Y VIABLES .....	20
7.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ASOCIADOS A LA FRACTURA HIDRÁULICA .....	20
7.2.1 Ocupación y disrupción del espacio .....	20
7.2.2 Incremento del tráfico rodado .....	21
7.2.3 Riesgos durante la perforación .....	21
7.2.4 Empleo de productos químicos.....	21
7.2.5 Sobreexplotación de recursos de agua .....	22
7.2.6 Derrames y vertidos a nivel superficial .....	22
7.2.7 Contaminación del agua subterránea .....	23

---

7.2.8	Contaminación atmosférica .....	24
7.2.9	Contaminación acústica .....	24
7.2.10	Generación de residuos.....	25
7.2.11	Sismicidad y sismicidad inducida.....	25
7.2.12	Radioactividad natural.....	25
7.3.	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE EXCLUSIÓN .....	26
7.4.	IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN .....	27
7.5.	IDENTIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS VIABLES.....	27
<b>8.</b>	<b>VIGENCIA DEL PLAN .....</b>	<b>28</b>

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Áreas de exclusión identificadas para la planificación estratégica de la fracturación hidráulica</i> .....	26
--	----

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Esquema de operación de fracturación hidráulica por perforación horizontal.</i> .....	9
Figura 2. <i>Situación en Estados Unidos (2015).</i> .....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

Tal y como se recoge en la Ley 1/2017, de 9 de marzo, el Plan estratégico para la utilización de la fractura hidráulica en Castilla-La Mancha (en adelante, plan estratégico) responde a los principios de prevención y cautela contemplados ya desde la normativa comunitaria, concretamente el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, e incorporados al ordenamiento jurídico interno a través de la legislación de evaluación ambiental, mediante la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

## 2. ANTECEDENTES

Las fuentes de energía primaria más utilizadas en la actualidad, como son el carbón y los que se denominan hidrocarburos convencionales, como el petróleo y el gas natural, no son de carácter renovable. Su condición de recurso finito, y la necesidad de intensificar la diversificación del abastecimiento de energía en Europa y desarrollar recursos energéticos autóctonos para garantizar la seguridad del abastecimiento y reducir la dependencia energética externa de la Unión Europea, ha propiciado el surgimiento de la exploración de yacimientos considerados no convencionales.

En el contexto actual de las fuentes de energía no renovables en Europa tendente a la diversificación y a la autosuficiencia, las empresas del sector comienzan a explorar yacimientos de combustibles, como el gas de esquisto, considerados no convencionales, a través de técnicas como la fractura hidráulica, también conocida como *“fracking”*.

Dicha técnica plantea problemas específicos, en especial, los relativos a la salud pública y el medio ambiente, derivados de su propia naturaleza por los riesgos ambientales que comporta, contaminación tanto atmosférica, de las aguas superficiales y subterráneas y del suelo, altas demandas de agua y sismicidad inducida. Estos problemas generan conflictos socioambientales allí donde se pretenden emplear técnicas de fractura hidráulica.

A la vista de estos riesgos ambientales, de los que derivan riesgos de salud pública, la Agencia Internacional de la Energía ha elaborado una serie de recomendaciones sobre el desarrollo seguro del gas no convencional que comportan, entre otros factores, la planificación de los proyectos y análisis de riesgos subterráneos.

Por su parte, la Unión Europea ha emitido la Recomendación de la Comisión Europea de 22 de enero de 2014, relativa a unos principios mínimos para la exploración y producción de hidrocarburos (como el gas de esquisto) utilizando la fractura hidráulica de alto volumen, con el objetivo de garantizar la preservación de la salud pública, el clima y el medio ambiente y el uso eficiente de los recursos. A tal efecto faculta a establecer una previa planificación estratégica, acompañada de su correspondiente evaluación ambiental, que determine las zonas que deban ser evitadas y las que puedan ser explotadas una vez descartados los riesgos asociados a la salud de las personas, al emplazamiento, a la superficie circundante y al propio subsuelo.

El Estado español, según lo recogido en la Ley 17/2013, establece como norma de protección medioambiental que los proyectos consistentes en la realización de perforaciones para la exploración, investigación o explotación de hidrocarburos que requieran el empleo de la técnica de fracturación

hidráulica queden sometidos en todo caso a la evaluación de impacto ambiental siendo necesaria una previa declaración de impacto ambiental favorable para autorizarlos.

Por su parte Castilla-La Mancha, aprobó la Ley 1/2017, de 9 de marzo, por la que se establecen medidas adicionales de protección de la salud pública y del medio ambiente para la exploración, investigación o explotación de hidrocarburos utilizando la técnica de la fractura hidráulica.

La Ley 1/2017 establece en su artículo 3.1 la necesidad de elaborar un plan estratégico de la utilización de la fractura hidráulica para prevenir, gestionar y reducir los impactos y los riesgos para la salud pública y el medio ambiente derivados de esta técnica en su territorio, que deberá ser aprobado por el Consejo de Gobierno mediante decreto.

### **3. OBJETO Y ALCANCE**

El principal objetivo del plan estratégico es prevenir, gestionar y reducir los impactos y los riesgos para la salud pública y el medio ambiente derivados de la técnica de fractura hidráulica en Castilla-La Mancha.

Para ello, contendrá las siguientes determinaciones:

- Evaluación de riesgos a escala regional que permita valorar las posibilidades de fugas o migraciones de fluidos de perforación, fluidos de fractura hidráulica, material en estado natural, hidrocarburos y gases desde los pozos o las formaciones geológicas objetivo a las aguas superficiales o subterráneas, así como la sismicidad inducida que pudiera generarse y los posibles efectos de inestabilidad geológica.
- Una zonificación del territorio que diferencie las zonas donde quede restringida la técnica de la fractura hidráulica, con el fin de dar protección a la salud humana y la biodiversidad, por los riesgos para la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por la naturaleza de la potencial sismicidad inducida, para evitar afecciones sobre las áreas y recursos naturales protegidos, para evitar impactos sobre el patrimonio cultural, así como por una afección relevante sobre el resto de elementos geológicos, ambientales, paisajísticos o socioeconómicos.
- Establecimiento de las distancias mínimas de protección que deberán guardarse entre las zonas aptas para la aplicación de la fractura hidráulica y sus zonas de exclusión.

### **4. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN**

A continuación, se recopila la normativa legal aplicable (sectorial, medioambiental o de cualquier otro tipo) para la actividad de la fracturación hidráulica, en el territorio de Castilla-La Mancha.

#### **4.1. COMUNITARIA**

- Comunicación de la Comisión, de 17 de marzo de 2014, sobre la exploración y producción de hidrocarburos (como el gas de esquisto) utilizando la fracturación hidráulica de alto volumen en la UE.

- Recomendación 70/2014, de 22/01/2014, Relativa a unos principios mínimos para la exploración y producción de hidrocarburos (como el gas de esquisto) utilizando la fracturación hidráulica de alto volumen. (DOCE nº L 39, de 08/02/2014).
- Directiva 94/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 1994, sobre las condiciones necesarias para la concesión y el ejercicio de las autorizaciones de prospección, exploración y producción de hidrocarburos.
- Directiva 2001/42/CE relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente - Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)
- Directiva 2011/92/EU de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
- Directiva 2010/75/UE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) - *Industrial Emissions Directive* (IED)
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 sobre el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias y mezclas químicas (REACH)
- Directiva 2012/18/UE (Seveso III). Relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Directiva 92/43/CEE (Directiva sobre hábitats) y Directiva 2009/147/CE (Directiva sobre aves silvestres).
- Reglamento (UE) nº 525/2013 de control de GEI y Decisión nº 406/2009/CE (ESD).
- Directiva 2008/98/CE (Directiva marco sobre residuos).
- Directiva 2006/21/CE (Directiva sobre residuos mineros).
- Directiva 2000/60/CE (Directiva marco sobre el agua).
- Directiva 2006/118/CE (Directiva de aguas subterráneas).
- Directiva 2013/59/Euratom (Directiva sobre exposición a radiaciones ionizantes).

## 4.2. ESTATAL

- Ley española del sector de hidrocarburos: Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos).
- Ley 8/2015, de 21 de mayo, por la que se modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, y por la que se regulan determinadas medidas tributarias y no tributarias en relación con la exploración, investigación y explotación de hidrocarburos.
- Real Decreto 984/2015, de 30 de octubre, por el que se regula el mercado organizado de gas y el acceso de terceros a las instalaciones del sistema de gas natural. Disposición Adicional 4ª y Disposición Transitoria 9ª.

- Real Decreto 294/2016, de 15 de julio, por el que se establece el procedimiento para la gestión de los derechos mineros y de los derechos del dominio público de hidrocarburos afectados por el cambio del sistema geodésico de referencia.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental que unificó en una norma todos los sistemas anteriores de evaluación de impacto, resumiéndolos en una única figura de evaluación ambiental y que derogó a las anteriores.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre.
- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007 de 23 de octubre.
- Orden ARM/1783/2011, de 22 de junio, por la que se establece el orden de prioridad y el calendario para la aprobación de las órdenes ministeriales a partir de las cuales será exigible la constitución de la garantía financiera obligatoria, previstas en la disposición final cuarta de la Ley 26/2007.
- Orden APM/1040/2017, de 23 de octubre, por la que se establece la fecha a partir de la cual será exigible la constitución de la garantía financiera obligatoria para las actividades del anexo III de la Ley 26/2007, clasificadas como nivel de prioridad 1 y como nivel de prioridad 2, mediante la Orden ARM/1783/2011, de 22 de junio, y por la que se modifica su anexo.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 815/2013 por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, que transpone la Directiva 2010/75 / UE y adapta la Ley 16/2002 a los requisitos de la Directiva.
- Real Decreto 212/2002 (modificado por el Real Decreto 524/ 2006) transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva 2000/14/CE (modificada por la Directiva 2005/88/CE), que regula las emisiones sonoras en el entorno debido a máquinas de uso al aire libre.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de ruido, que transpone la Directiva 2002/49/CE, establece tipos de áreas acústicas, zonas de Protección Acústica Especial y la obligatoriedad por parte de las CCAA de desarrollar Mapas de Ruido y Planes de acción en materia de contaminación acústica.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

### 4.3. AUTONÓMICA

- Ley 1/2017, de 9 de marzo, por la que se establecen medidas adicionales de protección de la salud pública y del medio ambiente para la exploración, investigación o explotación de hidrocarburos utilizando la técnica de la fractura hidráulica.
- Decreto 178/2002, se aprueba el Reglamento General de Desarrollo de la Ley 5/1999, de 8 abril, de EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL de Castilla-La Mancha, y se adaptan sus Anexos.
- Corrección de errores, del Decreto 178/2002, de 17 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Desarrollo de la Ley 5/1999, de 8 abril, de EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL de Castilla-La Mancha y se adaptan sus Anexos.
- Ley 4/2007, de EVALUACIÓN AMBIENTAL en Castilla-La Mancha.
- Decreto 26/2015, se declaran como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, 40 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), se propone a la Comisión Europea la modificación de los límites de 14 de estos espacios y se modifican los límites de 8 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- Decreto 187/2015, se declaran como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, 13 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), se propone a la Comisión Europea la modificación de los límites de 7 de estos espacios y se modifican los límites de 4 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- Decreto 83/2016, se declaran como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, 9 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), se propone a la Comisión Europea la modificación de los límites de 3 de estos espacios y se modifican los límites de 8 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- Decreto 20/2017, de 28/02/2017, se declaran como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, 7 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), se propone a la Comisión Europea la modificación de los límites de 10 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), y se modifican los límites de 8 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- Decreto 57/2017, de 05/09/2017, se declaran como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha, tres Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), se propone

a la Comisión Europea la modificación de los límites de dos Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), y se modifican los límites de tres Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

- Resolución /1998, de 07/08/1998, se designan determinadas áreas como zonas vulnerables a la contaminación de las aguas producida por NITRATOS procedentes de fuentes agrarias.
- Orden de 07/02/2011, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se modifica la Orden de 04/02/2010, de la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, por la que se aprueba el programa de actuación aplicable a las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario, designadas en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.
- Decreto 78/2016, de 20/12/2016, se aprueba el Plan Integrado de Gestión de Residuos de Castilla-La Mancha.
- Ley 8/2011, de 21/03/2011, del Consejo del Agua de Castilla-La Mancha.
- Ley 8/1990, de 28/12/1990, Aguas Minerales y Termas de Castilla-La Mancha.

## 5. TÉCNICA DE FRACTURA HIDRAÚLICA

### 5.1. DEFINICIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

En los yacimientos convencionales, los hidrocarburos se forman en lo que se conoce como roca madre, compuesta por material orgánico y rocas sometidas durante largos períodos de tiempo a condiciones particulares de presión y temperatura, provocando la transformación y descomposición de la materia orgánica, generándose así los hidrocarburos. Posteriormente, éstos migran a través de las diferentes estructuras geológicas, hasta encontrar formaciones de roca impermeable que impida su movimiento (trampa geológica). La roca donde queda alojado el petróleo, gas y agua se conoce como roca reservorio o bolsa.

Los hidrocarburos convencionales reúnen dos características distintivas:

- Han migrado a una roca reservorio desde la roca madre (una roca rica en materia orgánica) donde se han generado.
- Las rocas reservorio en las que se encuentran y, de las que se extraen, son porosas y permeables, lo que permite que el hidrocarburo fluya con relativa facilidad desde el almacén rocoso al pozo y, por la perforación, hasta la superficie.

En principio, los hidrocarburos no convencionales son aquellos que no cumplen las características anteriores (estar albergados en rocas porosas y permeables, y ser capaces de fluir sin estimulación).

Entre ellos se distingue un amplio y heterogéneo rango de tipos de acumulaciones de hidrocarburos, dependiendo de las características de la roca reservorio:

- **Metano ligado a bancos de carbón o *coal bed methane***. Se trata de gas adherido a las superficies de la materia orgánica macerada en bancos masivos de carbón en profundidad. El gas se encuentra retenido en fracturas y, fundamentalmente, adsorbido en la matriz de la roca (carbón).
- **Gas de centro de cuenca o *basin-centered gas***. Se trata de acumulaciones de gas ubicadas en profundidades mayores a 3.500 metros, a presiones extremas.
- **Hidratos de gas o *gas hydrate***. Se trata de un material parecido al hielo, compuesto por moléculas de agua en estado sólido, cuya estructura cristalina atrapa una molécula de gas metano. El gas de este tipo proviene de la descomposición microbiana de materia orgánica. Los hidratos de gas se encuentran en los fondos oceánicos y en menor medida en suelos congelados en zonas árticas.
- **Petróleo y gas de pizarra/esquisto o *shale oil y shale gas***. Es el nombre que se da a los reservorios en los que la roca productora o roca madre es una roca con tamaño de grano muy fino, rica en materia orgánica y con valores de porosidad y permeabilidad matricial muy bajos. El hidrocarburo generado, petróleo o gas, sigue atrapado en forma de gotas microscópicas dentro de la roca madre.

La denominación del petróleo y gas de pizarra o de esquisto no es del todo correcta, pues en realidad debe entenderse como tal el gas contenido en la propia roca generadora, independientemente de su composición litológica. En cualquier caso, el *shale oil* y, especialmente, el *shale gas* son los tipos de acumulaciones no convencionales de hidrocarburos cuya exploración-producción está experimentando un mayor auge en los últimos años.

En el resto del documento se hará referencia principalmente al "gas de esquisto" por ser éste el que se está explorando y explotando en mayor medida, aplicando las técnicas de fracturación hidráulica.

- ***Tight Gas***. Es el gas natural contenido en rocas muy compactas, areniscas y/o calizas, con valores de permeabilidad matricial muy bajos. No son rocas madres, son rocas almacén, aunque muy compactas. Por tanto, el gas no se ha generado en ellas, ha migrado desde la roca madre y se encuentra contenido en microfracturas y en la escasa porosidad matricial de la roca.

Los hidrocarburos no convencionales y los hidrocarburos convencionales son composicional y genéticamente idénticos, solo se diferencian en que los segundos han migrado a una roca reservorio permeable (reservorio convencional) y los primeros permanecen en la roca madre donde se generaron (*shale oil y shale gas*) o han migrado a rocas reservorio muy compactas (*tight gas*).

## 5.2. DESCRIPCIÓN DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA Y FRACTURACIÓN HIDRÁULICA DE ALTO VOLUMEN

La fracturación hidráulica es una técnica desarrollada en Estados Unidos a inicios del siglo XX al objeto de mejorar el caudal de los pozos de muy baja productividad. Al final de los años 70, la fracturación hidráulica era una tecnología probada, aplicada de un modo estándar para transformar en comerciales, pozos de baja productividad (fundamentalmente de gas) y en yacimientos convencionales.

La fracturación hidráulica, también llamada estimulación hidráulica, no se trata de una técnica de perforación, sino de un proceso de estimulación que se utiliza una vez finalizada la perforación del sondeo, con objeto de mejorar la producción de hidrocarburo en una formación geológica.

La técnica de fracturación hidráulica permite aumentar artificialmente la porosidad y permeabilidad de los yacimientos. Si bien no se emplea necesariamente para la extracción de todos los hidrocarburos no convencionales, sí se trata de una técnica comúnmente aplicada para explotar yacimientos no convencionales de tipo *shale* y *tight gas*.

El proceso consiste en la inyección de agua a grandes presiones, mezclada con aditivos químicos, para provocar fracturas y fisuras en la roca de tamaño milimétrico, dotándolas de mayor permeabilidad y permitiendo que el hidrocarburo fluya hasta el pozo.

De acuerdo con lo establecido por la UE, la fracturación hidráulica de alto volumen es la inyección en un pozo de 1.000 m<sup>3</sup> o más de agua por fase de fracturación, o de 10.000 m<sup>3</sup> o más de agua durante todo el proceso de fracturación.

La perforación horizontal dirigida y la fracturación hidráulica han sido las dos técnicas que han permitido situar en la categoría de reservas los considerables recursos de gas que albergan los tres tipos de yacimientos de gas no convencional: CBM (*Coal Bed Methane*), *shale gas* y *tight gas*.

La combinación de perforación horizontal junto con varias etapas de fracturación hidráulica en un mismo pozo comenzó a ser usada para la extracción de gas en yacimientos no convencionales en Norteamérica en los años 2002-2003. No se trata de una técnica novedosa; en el mundo se han sobrepasado el millón de operaciones de fracturación hidráulica de pozos. Generalmente la técnica es empleada en los yacimientos de hidrocarburos no convencionales de gas natural.

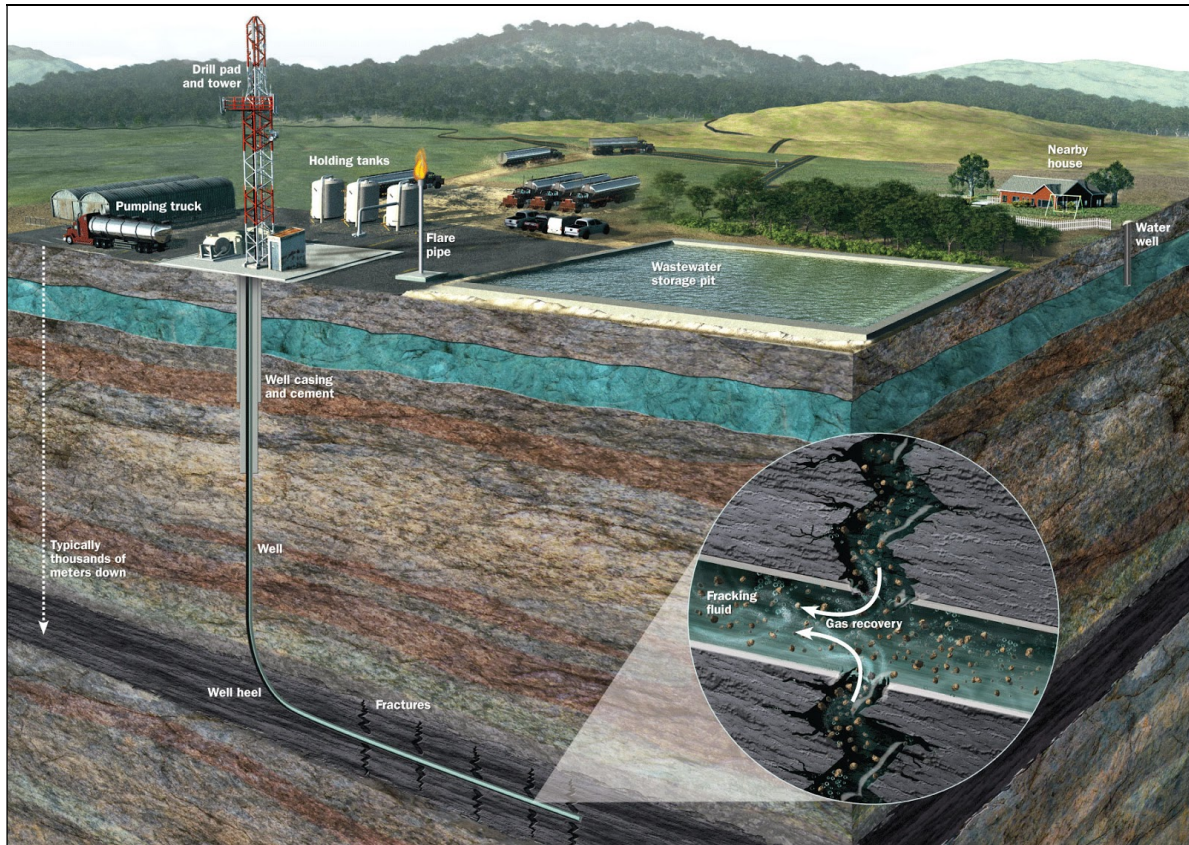
### 5.2.1 Proceso de fracturación hidráulica

El proceso para extraer el gas no convencional consiste en la perforación vertical de un pozo hasta llegar a la formación de interés (lutitas que contienen el gas) para, a continuación, llevar a cabo la perforación horizontal a lo largo de dicha formación para crear la máxima superficie de contacto posible, pudiendo llegar hasta longitudes de algo más de tres kilómetros.

Una vez realizada la perforación, el siguiente paso es el de la fracturación hidráulica de la roca, que consiste en la inyección en el pozo de la mezcla de agua, arena y productos químicos a alta presión (fluido de fracturación). Este proceso provoca que la roca se fracture (microfracturas) y permite que el gas fluya hacia la superficie.

Cuando la mezcla ha terminado su función, se extrae del pozo (agua o fluido de retorno), para que sea tratada (ya que esta mezcla de agua, arena y productos químicos es contaminante) y pueda volver a usarse.

Durante la fase exploratoria o de investigación de los reservorios (etapa en la que se estudia la localización y viabilidad de la explotación de un reservorio), el gas conducido a superficie por el pozo no es dispuesto para suministro, de modo que la práctica más habitual es quemarlo en antorchas. En la fase de explotación o producción el gas es dispuesto para suministro.



**Figura 1. Esquema de operación de fracturación hidráulica por perforación horizontal.**  
(Fuente: Research Group in Energy Innovation and Environment)

De forma resumida, en el proceso de fracturación hidráulica, se definen las siguientes etapas (AEA 2012)<sup>1</sup>:

- Fase 1. Identificación del emplazamiento y adecuación. Las actividades de preparación del terreno consisten principalmente en la limpieza, nivelación y preparación de la superficie necesaria para dar soporte a la actividad: como rutas de acceso, ubicación de equipos en superficie, etc.
- Fase 2. Perforación del pozo. Cumpliendo los requisitos de cementación horizontal y vertical, así como la terminación de la cabeza de pozo en superficie (*casing*).
- Fase 3. Fracturación hidráulica. El fluido de fracturación (agua, apuntalante y componentes químicos) es bombeado al pozo a alta presión.
- Fase 4. Finalización de la fracturación del pozo y gestión de aguas residuales. Durante la fase de finalización de la fracturación del pozo, los operadores han de procesar el agua de retorno y agua producida.
- Fase 5. Producción. El gas extraído se recoge en superficie y se dispone para el suministro. El agua producida se separa del gas extraído.
- Fase 6. Desmantelamiento / abandono.

<sup>1</sup> Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe. Report for European Commission DG Environment. AEA, 2012

### 5.2.2 Equipos

Los principales equipos utilizados en la fractura hidráulica son los siguientes:

- Estación de control y monitoreo, en la que se realiza el control automático del bombeo y monitoreo de la unidad de mezclado, además de registrar y archivar los parámetros y el comportamiento del proceso de fracturación.
- Unidad de bombeo.
- Mezcladora. Se trata de uno de los equipos más importantes, ya que cumple la función de mezclar los elementos que serán bombeados al pozo. Sus principales funciones son:
  - Extraer el fluido de los tanques de almacenaje.
  - Mezclar la cantidad adecuada de agente de sostén con el fluido.
  - Enviar el fluido cargado con agente de sostén (lechada) a las succiones de los equipos de bombeo a baja presión.

La unidad de mezclado cuenta con un sistema automatizado para el control de rendimiento, concentración de agente de sostén en la mezcla, la introducción de aditivos líquidos y secos

- Cabezal de fractura, que controla el flujo producido de petróleo y gas.
- "Manifolds" de succión, de los tanques y de descarga.
- Tanques de almacenaje de fluidos.
- Mangueras para realizar funciones de succión, descarga, envío de los fluidos del tanque de almacenaje al equipo mezclador para añadir los aditivos y bombeo posterior.
- Packers o tapones, para aislar correctamente la formación a fracturar en el pozo.

### 5.2.3 Materiales

Entre los materiales a emplear en los trabajos de fracturación hidráulica, cabe destacar aquellos cuya finalidad es crear el fluido de fracturación.

- Agua. Compone entre el 89-95% del fluido de fracturación. Se requieren grandes volúmenes de agua dulce en las fases de perforación y para los trabajos de fractura, del orden de 10.000 a 25.000 m<sup>3</sup> por pozo. Esta agua debe cumplir unos requerimientos de calidad en relación con la acidez, alcalinidad, dureza, presencia de hierro total, bacterias y sulfatos, entre otros.
- Arena. Se trata de arena de sílice de grano fino que se mezcla con productos químicos y agua antes de ser bombeada a las formaciones para evitar que las fracturas artificiales se cierren después de completar la fractura hidráulica. La capacidad de la arena para apuntalar fracturas abiertas es conocida como "agente de sostén" y es esencial para permitir que el gas fluya en el pozo.

- Aditivos químicos. Son múltiples y variados, con diversas funciones. Entre ellas se pueden encontrar: fluidos de fracturación con base acuosa, polímeros (viscosificante), fluidos con base de aceite y fluidos multifásicos.

En general, los aditivos químicos pueden incluir inhibidores de incrustaciones en las paredes del pozo; ácido para ayudar a iniciar fracturas; biocida para controlar las bacterias que pueden producir sulfuro de hidrógeno; reductores de rozamiento para incrementar la fricción entre el pozo y el fluido inyectado; y surfactantes para reducir la viscosidad de la película de fracturación.

La Sociedad Canadiense de Gas No Convencional (*Understanding Hydraulic Fracturing*, 2011) identifica la siguiente como la composición típica del fluido de fracturación (basado en datos de una operación en Fayetteville Shale, 2008):

Agua y arena = 99,51%	Inhibidor de incrustaciones = 0,043%
Otros = 0,49%	Agente de ajuste del pH = 0,011%
Ácido = 0,123%	Disolvente = 0,01%
Reductor de la fricción = 0,088%	Reticulante = 0,007%
Tensoactivo = 0,085%	Control de hierro = 0,004%
KCl = 0,06%	Inhibidor de corrosión = 0,002%
Agente gelificante = 0,056%	Biocida = 0,001%

### 5.3. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La aplicación de la técnica de fracturación hidráulica requiere grandes cantidades de agua, productos químicos y "agentes de sostén" o apuntalantes para la fracturación hidráulica, disposición de terrenos para la perforación de numerosos pozos e instalación de las plataformas y las instalaciones auxiliares, energía para alimentar los equipos de perforación, bombas y camiones, infraestructuras y accesos para movilizar el gas.

Los residuos generados, principalmente el agua de retorno contaminada y las emisiones al aire, incluidos los gases de efecto invernadero (GEI), también son potencialmente importantes.

Teniendo esto en cuenta, el desarrollo a gran escala de gas de esquisto mediante la aplicación de la fractura hidráulica puede tener efectos potencialmente negativos sobre los siguientes elementos:

- La calidad del agua subterránea y superficial, en caso de que los químicos utilizados para la fracturación, los gases de hidrocarburos liberados por fracturación, o el agua de formación contaminada migren a acuíferos de agua dulce o reservas en superficie.
- La disponibilidad de recursos de agua para otros usos y abastecimientos.
- El cambio climático, debido a los GEI liberados durante la extracción de gas.

- Calidad atmosférica local, debido a los contaminantes emitidos como resultado de las numerosas actividades requeridas para perforar y completar pozos de gas de esquisto.
- La estética del paisaje, el hábitat de vida silvestre y los usos de la tierra existentes, incluidos la agricultura y el turismo, debido a las numerosas plataformas de pozos, caminos e instalaciones auxiliares necesarios para producir gas de esquisto a gran escala.
- Sismicidad, estimulada o inducida por la fracturación hidráulica y la inyección de fluidos residuales.

Estos riesgos no existen de manera aislada y pueden dar lugar a efectos acumulativos. La medida en que se producen los efectos acumulativos dependerá de varios de factores y de forma particular en cada caso.

Las medidas de control y el resultado final en materia de impacto al medio ambiente, dependerá de muchos aspectos como: el entorno legal y normativo aplicable, los sistemas de gestión de riesgos utilizados por las compañías de fractura hidráulica, la disponibilidad de información científica apropiada para programar y valorar los trabajos de mitigación y remediación de impactos, la presencia y eficacia de protocolos de seguimiento ambiental y aplicación de regulaciones.

Los expertos a nivel internacional señalan desde varios frentes la necesidad de estudios científicos efectivos para establecer las bases de partida y los planes de seguimiento y monitorización a largo plazo. También se advierte, de que los planes de seguimiento perderán eficacia si no se aplican en un entorno regulatorio adecuado, considerándose también fundamental la recopilación de información y divulgación científica de la misma.

La valoración y análisis de los efectos ambientales de la aplicación de la fractura hidráulica para el aprovechamiento de hidrocarburos no convencionales no debe aislarse de los contextos socioeconómicos, ambientales, institucionales y culturales.

## 6. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA

A continuación, se incluye un análisis de la situación y aplicación de la fracturación hidráulica en España, Unión Europea (UE) y, someramente, a nivel internacional.

La información contenida a continuación se basa en una revisión bibliográfica, especialmente en un informe presentado ante el Tribunal Permanente de los Pueblos sobre derechos humanos, fracturación hidráulica y cambio climático (*The Permanent People's Tribunal Session on Human Rights, Fracking and Climate Change*) en la sesión de mayo de 2018<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Appendix 2 to Violations of Nature's Right. Legal status of unconventional oil and gas extraction across the world. Lisa J. Mead y Dr. Michelle Maloney

## 6.1. SITUACIÓN EN ESPAÑA

En España, hasta el año 2013, el régimen jurídico aplicable al gas no convencional era el previsto de forma general para la exploración, investigación y explotación de hidrocarburos, con independencia de las técnicas utilizadas para la realización de dichas actividades. La distinción entre gas convencional y no convencional no carecía de relevancia jurídica, no contemplándose especialidad procedimental alguna.

En el año 2013, el ordenamiento jurídico español recoge por primera vez el uso de las técnicas de fracturación hidráulica en la Ley 17/2013, de 29 de octubre, para la garantía del suministro e incremento de la competencia en los sistemas eléctricos insulares y extra peninsulares. La Ley 17/2013 modifica con este objetivo dos normas: la Ley 34/1997, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos y el real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el Texto Refundido de Evaluación Ambiental de Proyectos.

A nivel estatal, no ha habido ningún desarrollo legal o regulatorio en el ámbito de la fractura hidráulica desde la publicación de la Recomendación europea en el año 2014, por tanto, no se han incorporado los principios establecidos en la misma.

A nivel autonómico, varios gobiernos como Cantabria, Cataluña, La Rioja, Navarra y País Vasco han aprobado legislación con objeto de regular la prohibición de la técnica de la fractura hidráulica. Estas leyes fueron recurridas por inconstitucionales y fueron anuladas por el Tribunal Constitucional.

En España, todas las licencias tramitadas se iniciaron antes de la publicación de las Recomendaciones en 2014. Los permisos de investigación solicitados se han concentrado sobre todo en dos grandes áreas: la primera, y más extensa, afectaría al País Vasco casi en su totalidad, también a parte de Asturias, Cantabria y La Rioja, y a las provincias de Palencia, Burgos y parte de las de León y Valladolid; mientras que la segunda se sitúa al norte del Ebro hasta alcanzar los Pirineos, afectando a diferentes territorios de las provincias de Zaragoza, Huesca y Lleida. Aunque también se concedieron permisos de investigación en otras comunidades autónomas, como Andalucía, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha.

Los proyectos desarrollados en España que presentan el uso potencial de fracturación hidráulica de alto volumen aún no han sido aprobados por las autoridades competentes, quedando actualmente en fase de resolución del proceso de presentación y aprobación de la EIA. En consecuencia, aún no se han llevado a cabo perforaciones exploratorias ni se ha aplicado la fracturación hidráulica de alto volumen en España (2015).

## 6.2. SITUACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA

A excepción de las Recomendaciones de la Unión Europea (UE) del año 2014, que incluyen las pautas mínimas para que los Estados Miembros (EEMM) las incorporen en su regulación ambiental, la legislación ambiental de la UE no incluye explícitamente o de forma particular las actividades de gas de esquisto, y, por lo tanto, no existe una legislación específica más allá de las legislaciones medioambientales generales que cubren otras actividades industriales y medioambientales.

De acuerdo con el punto 3.2 de la Recomendación de la UE, corresponde a los EEMM legislar la fracturación hidráulica de forma específica, a fin de establecer posibles restricciones en cuanto a zonificación (áreas de exclusión y distancias de seguridad) y limitaciones de perforación en función de la profundidad.

La aplicación de las Recomendaciones en los diferentes EEMM es muy variable y, generalmente, limitada. En general, los EEMM aplican la legislación vigente en materia de minería y/o hidrocarburos, sin diferenciar de las actividades de gas convencional.

### **Francia**

Aun siendo uno de los países europeos con mayores reservas de gases de esquisto, Francia fue el primero en prohibir la fracturación hidráulica para la exploración y explotación de este tipo de recursos en julio de 2011<sup>3</sup>.

La ley francesa prohíbe el otorgamiento de cualquier nueva licencia de exploración de hidrocarburos por el método que sea. Las explotaciones actualmente vigentes se irán eliminando a medida que acabe su periodo concesional de manera que para el año 2040 habrá terminado totalmente la extracción de hidrocarburos en todo el ámbito territorial francés, tanto en el mar como en tierra firme.

### **Bulgaria**

En enero de 2012, Bulgaria pasó a ser el segundo país europeo en prohibir la exploración de gases de esquisto empleando la fracturación hidráulica. Incluso se pasó a revocar una autorización ya concedida a Chevron en el año 2011.

### **Alemania**

En Alemania, en febrero de 2017, entraron en vigor nuevas medidas legales que conciernen a la fracturación hidráulica. La variante convencional de esta técnica seguirá estando permitida. Pero se prohíbe el fracking en yacimientos no convencionales, de difícil acceso, concretamente para la obtención de gas natural, esquisto, carbón y arcilla calcárea, por encima de los tres mil metros de profundidad.

Sin embargo, esta regulación prevé la realización de cuatro perforaciones exploratorias con fines científicos. La prohibición será revisada a finales del 2021.

### **Irlanda**

En julio de 2017 Irlanda promulgó una ley que prohíbe la fracturación hidráulica para exploración y explotación en tierra firme. No obstante, esta prohibición no se extiende a la fracturación hidráulica en alta mar.

### **Dinamarca**

Dinamarca impuso una moratoria a la fracturación hidráulica en 2012. No obstante, dos licencias de exploración otorgadas con anterioridad a la empresa Total mantuvieron su validez.

La empresa Total inició los trabajos de perforación en mayo de 2015, pero en agosto de 2015 anunciaron que cancelaban el proyecto a causa de la inadecuación de los depósitos.

---

<sup>3</sup> *LOI n° 2011-835 du 13 juillet 2011*, disponible en: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024361355&dateTexte=20190130>

### **Países Bajos**

La fracturación hidráulica se ha estado utilizando en los Países Bajos desde los años 50 en la producción de gas convencional.

Autorizaciones para la exploración de reservas de gas esquisto fueron otorgadas por el gobierno, no obstante, en el año 2013 se estableció una moratoria temporal sobre la fracturación hidráulica y la perforación exploratoria de gas de esquisto.

En julio de 2015, se anunció que en los próximos cinco años (hasta el 2020) no se desarrollaran actuaciones comerciales de exploración o extracción de gas de esquisto en los Países Bajos.

En el año 2018, el gobierno afirmó que el gas de esquisto no se considera una opción.

### **Suecia**

En 2008 el gobierno sueco autorizó a la empresa Shell a realizar pruebas de exploración de gas de esquisto. No obstante, en 2011, se concluyó que las reservas eran limitadas y la extracción sería económicamente inviable, por lo que Shell abandonó el proyecto.

La única otra compañía que todavía estaba buscando gas de esquisto en Suecia, Gripen Gas, cesó sus labores comerciales y fue dado de baja en abril de 2016.

Más recientemente, la fractura hidráulica se ha probado en dos minas de mineral de hierro existentes en el norte de Suecia con el objetivo de hacer las minas más seguras.

### **Polonia**

A pesar de las esperanzas en 2010 de que las reservas de gas de esquisto de Polonia (una vez estimadas como algunas de las reservas de gas de esquisto más favorables en Europa) marcaría la independencia de los combustibles fósiles para el país, a mayo de 2016, no se había producido gas de esquisto en cantidades comerciales y las principales empresas energéticas del mundo se habían retirado debido a resultados insatisfactorios.

### **Rumania**

En febrero de 2015, la empresa Chevron anunció que suspendía sus planes de gas de esquisto para Rumania declarando que el proyecto de explotación con fractura hidráulica no tenía sentido económico.

En octubre de 2015, no existía ninguna prohibición nacional y existían permisos de exploración válidos, sin embargo, no ha habido informes de ninguna producción considerable de gas no convencional.

### **Portugal**

La fracturación hidráulica sigue siendo una posibilidad en Portugal, donde tanto la exploración de petróleo como de gas en alta mar y en tierra se ha llevado a cabo en la región del Algarve en los últimos años.

### **Reino Unido**

- a) Inglaterra. En el año 2012 se levantó una moratoria temporal sobre la fractura hidráulica, después de dos temblores de tierra vinculados a la práctica de dicha técnica en 2011. Aunque aún no se ha

realizado una producción comercial de gas de esquisto, se han desarrollado labores de exploración y varias compañías cuentan con permisos y planean comenzar con actuaciones de fractura hidráulica en varias localizaciones de Inglaterra a corto plazo.

- b) Escocia. En octubre de 2017, el gobierno escocés anunció que la moratoria sobre la fracturación hidráulica (dictada en 2015 para dos años) se extendería indefinidamente.
- c) Gales. Existe una moratoria sobre la fracturación hidráulica desde 2015. No obstante, esta moratoria no aplica a los trabajos de perforación exploratoria.
- d) Irlanda del Norte. El Ministro de Medio Ambiente de Irlanda del Norte anunció en 2015 que no se produciría actuaciones con fracturación hidráulica a menos que hubiera evidencia suficiente y contundente de su seguridad ambiental. En 2014, una solicitud para realizar perforaciones exploratorias en el Condado de Fermanagh por parte de la empresa australiana Tamboran Resources fue rechazada

### 6.3. SITUACION A NIVEL INTERNACIONAL

#### Estados Unidos

La fracturación hidráulica en Estados Unidos comenzó en 1949<sup>4</sup>. Según el Departamento de Energía (DOE), en 2013, al menos dos millones de pozos de petróleo y gas se habían fracturado hidráulicamente en Estados Unidos y, de los pozos nuevos que se perforan, hasta el 95% están fracturados hidráulicamente.

La producción de estos pozos representa el 43% de la producción de petróleo y el 65% de la producción de gas natural en Estados Unidos. Las preocupaciones sobre seguridad y salud ambiental relacionadas con la fracturación hidráulica surgieron en la década de 1980 y aún se están debatiendo a nivel estatal y federal.

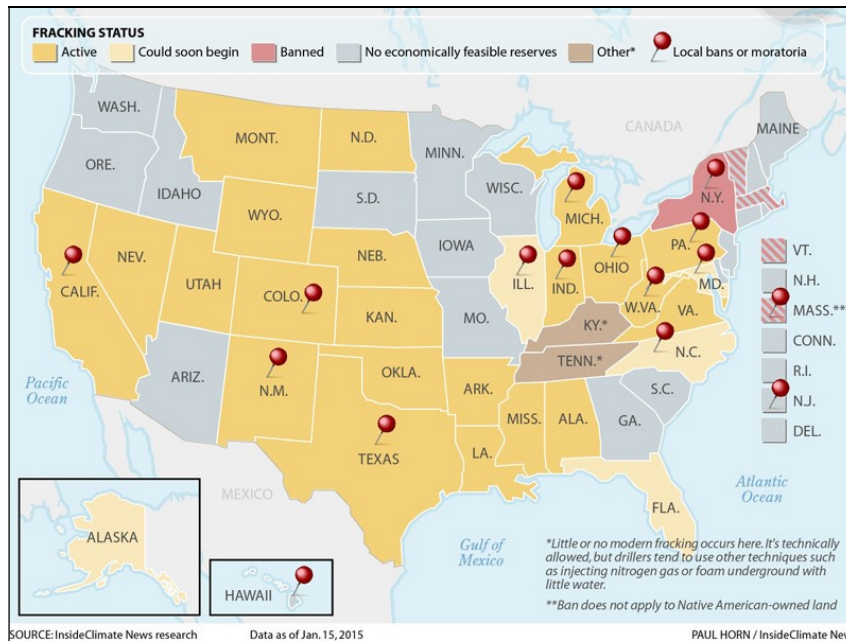
En contraste al nivel de producción señalado, hay casos como el del estado de Nueva York, que prohibió la fracturación hidráulica del alto volumen por orden ejecutiva en 2015. Vermont, que no tiene reservas de gas de esquisto conocidas, prohibió la fracturación hidráulica preventivamente en mayo de 2012.

En marzo de 2017, Maryland se convirtió en el primer estado en Estados Unidos que, con reservas probadas, prohibió la fracturación hidráulica.

En la siguiente figura se muestra la actividad de extracción por fracturación hidráulica en los diferentes estados (2015)<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Montgomery, Carl T.; Smith, Michael B. (2010-12-10). *Hydraulic fracturing. History of an enduring technology*

<sup>5</sup> Map: The Fracking Boom, State by State. Zahra Hirji, Lisa Song



**Figura 2. Situación en Estados Unidos (2015).**  
**(Fuente: Zahra Hirji, Lisa Song)**

La regulación de la fracturación hidráulica en EE. UU. se basa en la norma *Safe Drinking Water Act (SDWA)*<sup>6</sup>, ya que la inyección subterránea de fluidos a través de pozos está sujeta a los requisitos de dicha Ley.

A partir de marzo de 2017, las regulaciones estatales exigían que los operadores de fracturación hidráulica completaran y enviaran una lista de los productos químicos utilizados durante el proceso de fracturación hidráulica en el sitio web *FracFocus.org*. No obstante, los operadores que consideran que un producto químico o su proporción en la mezcla, es un secreto comercial, pueden mantener la confidencialidad.

En marzo de 2015, el gobierno de Obama emitió una regulación de la fracturación hidráulica en terrenos públicos federales<sup>7</sup>. Esta regulación ha sido derogada por la Administración Trump en 2017 en el momento que entraba en vigor, por lo que no se han obtenido experiencias de su aplicación a los operadores en Estados Unidos.

### **Canadá**

La fractura hidráulica ha sido de uso común en la industria del petróleo en Canadá<sup>8</sup> desde mediados de la década de 1960, aplicándose ampliamente en Alberta desde finales de la década de 1970 en la Formación Spirit River. La técnica extractiva está activa en Alberta (Cardium, Duvernay, Montney y Viking) y British Columbia (Bakken en Saskatchewan, Montney y Horn River).

Las inquietudes e incertidumbres de carácter medioambiental han impulsado la revisión de esta práctica. Se han adoptado prohibiciones para la práctica de la fractura hidráulica en Newfoundland, Nova Scotia y Quebec. En el año 2015, la provincia de New Brunswick declaró una moratoria hasta que la seguridad de la fracturación hidráulica fuera probada.

<sup>6</sup> US EPA. *Fact Sheet: Implementation of the Safe Drinking Water Act's Existing Requirements for Oil and Gas Hydraulic Fracturing Activities Using Diesel Fuels*. EPA 816-F-14-001 February 2014

<sup>7</sup> <https://www.federalregister.gov/documents/2017/12/29/2017-28211/oil-and-gas-hydraulic-fracturing-on-federal-and-indian-lands-rescission-of-a-2015-rule#h-27>

<sup>8</sup> <https://lop.parl.ca/content/lop/ResearchPublications/2015-18-e.html#ftn159>

Hasta la fecha se han perforado más de 200.000 pozos horizontales para la recuperación de gas de esquisto. Se estima que el 80 % de los nuevos pozos de petróleo y gas en Canadá son de fracturación hidráulica y se concentran en las provincias mencionadas (Alberta y British Columbia). Si bien existen reservas de gas no convencional en otras zonas, la situación respecto al contexto geográfico y opinión pública ha promovido su no explotación.

La regulación genérica estatal para la licencia de perforación está regida por la *Ley de Perforación y Producción de Hidrocarburos*<sup>9</sup>.

### **Argentina**

En la actualidad existen en el país alrededor de 100 a 200 pozos horizontales. Sin embargo, la República Argentina no cuenta con una ley nacional o un reglamento específico nacional para la extracción de hidrocarburos por el método de fracturación hidráulica.

En septiembre de 2014<sup>10</sup>, se presentó un proyecto de ley, Proyecto de Ley de Modificación de la Ley 17.319 y sus Modificatorias y Otros Temas Vinculados al Régimen de Promoción de Inversión para la Explotación de Hidrocarburos.

En términos ambientales, el proyecto de ley propone introducir una nueva legislación ambiental para el sector, uniforme entre las provincias productoras y la nación, conforme al Artículo 41 de la Constitución Nacional, en la cual el objetivo sería aplicar las mejores prácticas de gestión ambiental a las actividades de exploración y explotación y/o transporte de hidrocarburos, a fin de lograr el desarrollo de la actividad con un adecuado cuidado del medio ambiente.

De acuerdo con la Ley General del Ambiente (Ley 25.675), las actividades de fracturación hidráulica estarán sometidas a EIA.

La Resolución 105/9244 establece la Obligación de la Secretaria de Energía, a través de la Dirección Nacional de Recursos, de controlar el cumplimiento de la conservación del medio ambiente durante las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos.

En 2012, la provincia de Neuquen adoptó el Decreto 1483/1231 que establece reglas y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos no convencionales.

### **Uruguay**

En diciembre de 2017 se prohibió el fracking por un período de cuatro años.

### **Argelia**

El principal productor de gas de África cuenta con la tercera mayor reserva de gas de esquisto del mundo, según estimaciones de EE. UU. Varias compañías de energía han firmado acuerdos de exploración, y Eni SpA ya comenzó su actividad. Dependiendo del resultado de la exploración, Argelia podría duplicar su producción de gas en las próximas dos décadas. Argelia ya tiene un oleoducto con conexiones a España e Italia.

---

<sup>9</sup> *Canada Oil and Gas Drilling and Production Regulations* (SOR/2009-315)

<sup>10</sup> <http://fracking.center-hre.org/proyecto-de-ley-de-hidrocarburos-sept-16-2014/>

### **Ucrania**

Tiene reservas potenciales de gas de esquisto y firmó acuerdos con Chevron y Royal Dutch Shell para su exploración y desarrollo en 2013.

### **Turquía**

Comenzó a realizar operaciones de fracturación hidráulica en 2013 para extraer gas de esquisto en el tracio y regiones sudorientales. El desarrollo de gas de esquisto en Turquía puede ayudar a reducir la dependencia de las importaciones de energía, pero no se espera que se convierta en un exportador de gas.

### **Australia**

la fracturación hidráulica es legal en Queensland, Nueva Gales del Sur y Australia del Sur. Prohibiciones o moratorias temporales existen en Victoria (prohibición desde finales de 2016), Tasmania (moratoria hasta marzo de 2020), el Territorio del Norte y en Australia Occidental. Australia del Sur pronto implementará una prohibición en el sureste del estado únicamente.

### **China**

En China, la exploración está en curso con concesiones sobre reservas de gas de esquisto ofrecidos por el gobierno. Sin embargo, el coste de producir gas natural convencional es muy bajo y el gas de esquisto sigue siendo financieramente poco atractivo para los inversores o promotores.

### **India**

India tiene un gran potencial para gas no convencional, con varias grandes cuencas sedimentarias en tierra firme, pero no hay informes de actividad de fracturación hidráulica en este momento.

### **Sudáfrica**

No hay registros de exploración o explotación de gas de esquisto por fracturación hidráulica de alto volumen. El gobierno impuso una moratoria bloqueando las actividades hasta incrementar el nivel de conocimiento de la técnica.

Se ha desarrollado un estudio base para el desarrollo de estudios de impacto ambiental en el que se valoran los terrenos potencialmente explotables en el país, y la metodología para evaluar los riesgos asociados a la actividad.

Según el *Centre of Environmental Rights* de Sudáfrica, a fecha de 2014, se estaban preparando los contenidos para legislar la práctica de la fracturación hidráulica en Sudáfrica<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> *Minimum requirements for the regulation of environmental impacts of Hydraulic fracturing in South Africa. A position statement.* Centre of Environmental Rights, South Africa. February 2014

## 7. MODELO DE PLANIFICACIÓN Y METODOLOGÍA

Dado el riesgo que entraña la técnica de la fracturación hidráulica, este plan estratégico con carácter garantista plantea categorizar las áreas con potencialidad de recurso, frente a una categorización general del territorio.

La zonificación busca preservar escrupulosamente todos los elementos naturales, sociales o patrimoniales, susceptibles de tener un riesgo potencial de afección.

Para ello se seguirá la siguiente metodología:

- Identificación de emplazamientos potenciales (por sus condiciones geológicas) y viables, tanto técnica como económicamente.
- Identificación de los riesgos
- Identificación de las áreas de exclusión.
- Identificación de zonas de protección, es decir, distancias mínimas de protección a guardar entre las zonas aptas y las áreas de exclusión.
- Identificación de emplazamientos viables, sobre los que se realizará una evaluación de los potenciales impactos o riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

### 7.1. IDENTIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS POTENCIALES Y VIABLES

A partir del estudio de las características del medio físico de Castilla-La Mancha, se determinarán las zonas donde se considere posible la existencia de hidrocarburos no convencionales aprovechables. Sobre estos emplazamientos identificados se realizará un análisis somero de viabilidad técnico-económica.

Como resultado se obtendrá una relación de emplazamientos potencialmente viables, que serán representados gráficamente en un plano.

### 7.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ASOCIADOS A LA FRACTURA HIDRÁULICA

Se considerarán los principales impactos asociados a la aplicación de la fractura hidráulica para la exploración y producción de hidrocarburos no convencionales.

A continuación, se describen dichos impactos.

#### 7.2.1 Ocupación y disrupción del espacio

En este apartado se contemplan de modo genérico los impactos asociados a la instalación y actividad de las plataformas, al instalarse sobre zonas o elementos sensibles o a distancias inadecuadas de elementos o receptores sensibles como acuíferos, fuentes de agua potable, áreas residenciales, áreas de protección de la naturaleza, etc.

Las actividades de fracturación hidráulica requieren la implantación de varios pozos de extracción y plataformas y, por tanto, grandes áreas para su ejecución respecto a las necesarias para la extracción de los recursos convencionales. En general, se suelen perforar de 1,5 a 3,5 plataformas por km<sup>2</sup>, con una ocupación de 2 hectáreas por cada una. De ahí, que el impacto visual de esta acumulación de sondeos sea muy significativo.

Además, la infraestructura de tuberías necesaria para transportar el gas extraído y, en algunos casos, las aguas residuales, pueden ser extensas.

El desarrollo de gas de esquisto involucra la misma proporción de construcciones y actividades industriales que el desarrollo de gas convencional, pero en una intensidad más alta debido a que se cubren áreas geográficas mayores, y a que la producción disminuye rápidamente y requiere la perforación de un alto número de pozos para mantener los niveles de producción estables. Asimismo, los depósitos de almacenamiento, las estaciones compresoras y la infraestructura de gasoductos agravan el impacto sobre el uso del suelo de las actividades con gas de esquisto.

Además del factor superficie, es de especial importancia el uso o presencia de elementos sensibles en la superficie a ocupar y su entorno.

### **7.2.2 Incremento del tráfico rodado**

La actividad de fracturación hidráulica también genera el incremento de tráfico rodado, ya que los recursos, materiales y residuos deben ser transportados hacia y desde la plataforma. Esto también implica impactos sobre la calidad del aire, ruido y ocurrencia de accidentes de tráfico.

Si la fracturación hidráulica de un pozo requiere de 10.000 a 25.000 m<sup>3</sup> de agua por pozo se necesita un elevado número de camiones/cargas de agua. Tal transporte congestiona las carreteras locales, aumenta el desgaste de carreteras y puentes y, si no se maneja con seguridad, puede aumentar los accidentes de tráfico.

Los riesgos asociados con el aumento del tráfico rodado y la nueva red de comunicaciones a la plataforma se consideran altos si no se adoptan medidas preventivas.

Por otra parte, se podrían producir efectos como la fragmentación del terreno, ocupación y transformación del terreno natural y perturbación de biodiversidad.

### **7.2.3 Riesgos durante la perforación**

A fin de poder aplicar la técnica de fractura hidráulica, es necesario emplear métodos de perforación especiales.

Por ello, a los riesgos habituales de un sondeo de hidrocarburos, se unen los específicos de este tipo de sondeos, como son riesgos de explosión, escapes de gas, escapes de ácido sulfhídrico (muy tóxico en bajas concentraciones) y derrumbes de la formación sobre la tubería.

### **7.2.4 Empleo de productos químicos**

La operación de fractura hidráulica utiliza como aditivos una gran cantidad de productos químicos, incluidos algunos clasificados como sustancias peligrosas, corrosivas o irritantes (Meiners et al, 2012) y muchos compuestos que pueden suponer riesgos para la salud humana y ecosistemas, como los hidrocarburos, BTEX o salmuera y cantidades variables de otros compuestos.

Según un estudio del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Naturaleza, Conservación y Seguridad Nuclear de Alemania, la cantidad media de aditivos que se inyecta en cada fracturación es de 7,3 toneladas, de las cuales 30 kg son biocidas.

Por otra parte, cabe destacar que, durante las diferentes etapas de la fracturación, el fluido inyectado puede presentar diferentes valores en concentraciones y mezclas de aditivos, adaptadas a cada etapa en relación con las condiciones locales, como el espesor de lutitas, presencia de fallas naturales y la proximidad a otros pozos (API 2009).

En consecuencia, es fundamental conocer el uso de compuestos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana y ecosistemas que, en caso de no estar debidamente descritos y estudiados, podrían suponer un impacto negativo.

Sin embargo, una de las principales limitaciones existente a la hora de evaluar los impactos asociados a la composición química del fluido de perforación y su proporción en la mezcla, es la falta de divulgación de esta información por parte del promotor y, por tanto, la facilidad de acceso a la misma. En este sentido hay que considerar el interés por parte de los promotores en proteger su información industrial y los marcos legales que permiten que esa información sea pública.

#### **7.2.5 Sobreexplotación de recursos de agua**

La fractura hidráulica, como ya se ha mencionado, requiere un volumen significativo de agua, del orden de 10.000 a 25.000 m<sup>3</sup> por pozo. Para suministrar este volumen de agua, los operadores generalmente requieren agua subterránea o superficial, con el consiguiente riesgo de alteración de los recursos hídricos (Entrekin et al 2011).

La extracción de agua subterránea podría reducir las capas freáticas, mermar los acuíferos y posiblemente causar cambios en la calidad del agua (por ejemplo, contaminación química por exposición mineral a un ambiente aeróbico y crecimiento bacteriano debido a una capa freática más baja).

La extracción de agua superficial podría tener un impacto en la hidrología y la hidrodinámica, alterando el régimen y la calidad del agua. Existen efectos acumulativos potenciales de un gran número de operaciones, particularmente en períodos de sequía, pero también en regiones húmedas donde hay tensiones dentro de los suministros de agua existentes debido a demandas sustanciales o infraestructuras limitadas.

Además de evitar desequilibrios entre las necesidades de agua y la disponibilidad del recurso, es necesario garantizar que el agua extraída durante periodos más secos no afecte a las actividades recreativas, a los suministros de agua municipales o a otros usos por parte de instalaciones industriales, como pueden ser las plantas de generación eléctrica, o al mantenimiento ecológico de zonas de especial sensibilidad o protección.

Es importante señalar que en el caso de la fractura hidráulica se requiere cubrir la necesidad de grandes volúmenes de agua durante períodos de tiempo cortos (varias semanas a meses), lo que podría crear tensiones en ciertos momentos pico del año. Los problemas pueden surgir especialmente en la época más seca del año cuando la demanda es más alta para muchos usos del agua, o durante períodos críticos cuando los niveles de agua son importantes para el acceso a hábitats críticos. Por ello, es crucial analizar la actividad acorde a las demandas hídricas de la zona.

#### **7.2.6 Derrames y vertidos a nivel superficial**

En las plataformas de fracturación hidráulica, se instalan los equipos de perforación, se almacenan los materiales y productos necesarios para la perforación y fracturación (productos químicos, fluidos de

fracturación, etc.) y se instalan balsas y depósitos para el almacenamiento del agua, de los lodos de perforación, de los fluidos de retorno, etc.

Se puede considerar que uno de los elementos de mayor relevancia en la actividad superficial son el fluido de fracturación y el agua de retorno almacenada en superficie antes y durante su gestión.

El riesgo de incidentes por contaminación de aguas superficiales se relaciona fundamentalmente con lo siguiente:

- Derrames, desbordes o filtraciones debidas a: capacidad de almacenaje limitada / errores humanos / ingreso de agua de lluvia o inundaciones / construcción defectuosa de los pozos.
- Derrame de los fluidos de fractura concentrados durante su transporte y mezcla con agua, debido a: fallas en las tuberías / errores humanos.
- Derrame de fluidos de fractura una vez concluida la misma, durante el transporte para su almacenamiento, debido a: falla en las cañerías / capacidad de almacenaje insuficiente / errores humanos.
- Pérdida de fluido ya almacenado, debido a: ruptura de los tanques / sobrecarga debido a errores humanos o a una limitada capacidad de almacenamiento / ingreso de agua por tormentas o inundaciones / construcción inapropiada de los recubrimientos.
- Derrame de fluidos que regresan a la superficie durante el transporte desde su lugar de almacenamiento hasta camiones cisterna para su transporte, debido a: fallas en la cañería / errores humanos.

Una vez producido el derrame, el impacto dependerá de la ausencia o defecto en la impermeabilización en la plataforma y la aplicación de sistemas de recogida. Los derrames o vertidos en superficie de fluidos de fracturación o aguas de retorno, puede presentar un mayor riesgo de contaminación que la fracturación hidráulica en sí misma (Groat y Grimshaw 2012).

### **7.2.7 Contaminación del agua subterránea**

La contaminación de acuíferos es uno de los riesgos más importantes de la técnica de la fractura hidráulica.

Las principales vías de afección potencial a la calidad del agua subterránea son las siguientes:

- Afección relacionada con aguas superficiales contaminadas. Es importante estudiar la relación existente entre las aguas superficiales y las subterráneas ya que, en caso de conexiones hidrogeológicas, se puede producir afección entre diferentes reservorios.
- Afección relacionada con la operación de perforación y fractura. Se pueden poner en contacto aguas de diferentes formaciones geológicas o conectar el agua subterránea contenida en los acuíferos con los fluidos incluidos en los materiales que han sido fracturados, especialmente, metano y salmueras del yacimiento.
- Afección relacionada con la operación e integridad del pozo. Una construcción deficiente del pozo o un diseño inadecuado puede tener graves consecuencias sobre el medio ambiente e incidir seriamente sobre los riesgos asociados con la migración no deseada de gas o fluidos entre las formaciones perforadas. En este caso, la clasificación de riesgos guarda relación con aquellos que se producen durante la fase de construcción del pozo. Las causas de la contaminación de las aguas subterráneas asociadas con el diseño están, por lo general, relacionadas con la calidad de la estructura del pozo (el revestimiento y el cemento empleados).

- Afección por migración a través de las grietas desde la zona productiva. La movilización vertical de gases y/o líquido de fracturación a través de las propias fracturas generadas, que puedan alcanzar los acuíferos más someros.

Los principales componentes que pueden afectar a la calidad de las aguas pueden tener diversa procedencia.

- En la formación geológica se encuentran elementos y componentes químicos inorgánicos, asociados a las pizarras, componentes químicos orgánicos, que componen el gas natural y bacterias asociadas a la materia orgánica-gas. El agua asociada a la misma formación donde se generó el gas puede contener elevadas concentraciones de ácidos disueltos que puede oscilar entre agua salobre, salina o súper saturada (API, 2010).
- Sustancias y componentes químicos (orgánicos e inorgánicos) que se inyectan durante la fracturación.

### 7.2.8 Contaminación atmosférica

La actividad de fractura hidráulica puede causar un impacto a la calidad del aire por:

- Emisiones de los vehículos de transporte y los motores diésel empleados para generar energía eléctrica para las operaciones de perforación y fracturación.
- Fugas de gases contaminantes liberados a la atmósfera desde el propio pozo, desde el agua de retorno o aguas y productos almacenados en superficie.
- Presencia y liberación de gases de efecto invernadero.

Entre los diversos gases y vapores que se producen en las plataformas de sondeos, se encuentran gases de combustión de motores, metano, BTEX, COV, etc.

Cabe destacar que, el gas no convencional, por las condiciones en las que se encuentra, suele estar formado casi en su totalidad por metano, un gas de efecto invernadero mucho más potente que el propio CO<sub>2</sub> (en concreto, 23 veces más potente).

Esto quiere decir que cualquier escape de este durante la perforación, fracturación, y producción, es mucho más nociva que los gases que se generan posteriormente durante su combustión.

Además, se debe considerar como problema añadido el agua de fracturación en su retorno. Al haber estado en contacto con el gas en subsuelo, absorbe una cantidad de gas, que al retornar a superficie es emitido a la atmósfera.

### 7.2.9 Contaminación acústica

La contaminación acústica será originada por la maquinaria empleada en las diferentes fases de explotación.

El ruido de la excavación, movimiento de tierras, transporte de plantas y vehículos durante la perforación de pozos y adecuación de la plataforma, tiene un potencial impacto por ruidos en los residentes y la vida silvestre local.

Los niveles de ruido varían durante las diferentes etapas en el ciclo de implantación y producción. Se considera que la fase de perforación y la de fracturación hidráulica son las más relevantes en cuanto a impacto acústico. Durante la fase de explotación, el ruido sería generado predominantemente por

camiones, y solo sería notable en las inmediaciones de las actividades de exploración durante la duración de estas.

#### **7.2.10 Generación de residuos**

La extracción de gas de esquisto por fracturación hidráulica genera volúmenes sustanciales de los siguientes residuos.

- Agua de retorno, parte del fluido inyectado que vuelve a la superficie. Suele consistir en una mezcla de algunos de los aditivos químicos originales utilizados en la fracturación, con un mayor porcentaje de elementos asociados a la geología de la formación, como metano, salmuera, metales pesados, sólidos finos o radioactividad (NORM), que también pueden ser potencialmente peligrosos.

El principal impacto asociado a la presencia de agua de retorno en superficie es la afección por la contaminación del agua superficial, debido a una inadecuada gestión en su almacenamiento, transporte y/o tratamiento. Por ello, la forma de almacenar los fluidos es un elemento crítico en la prevención de la contaminación del agua superficial, acuíferos someros y emisiones atmosféricas.

- Residuos sólidos, como son:
  - Lodo de perforación deshidratado. Durante la perforación, el lodo entra en contacto con sales minerales y materia orgánica en los diversos estratos geológicos perforados, lo que significa que cambia su composición química y, por lo tanto, puede contener sustancias peligrosas para el medio ambiente cuando regresa a la superficie.
  - Residuos constructivos y procedentes del pozo.
  - Sólidos totales disueltos en el agua de retorno.

#### **7.2.11 Sismicidad y sismicidad inducida**

En aquellas zonas donde el desarrollo del fracking está más avanzado, se ha constatado un aumento de la sismicidad coincidiendo con los periodos de fracturación hidráulica.

Hay que tener en cuenta que durante las operaciones de fracking se presuriza el subsuelo en más de 100 veces. Este sobreesfuerzo al que se le somete puede ser suficiente como para provocar desplazamientos de fallas subterráneas, y por lo tanto terremotos.

#### **7.2.12 Radioactividad natural**

Durante los trabajos de perforación, los radionucleidos naturales presentes en la formación geológica, material radiactivo natural (NORM)<sup>12</sup>, como el torio y el uranio, permanecerán también en los fragmentos de roca de los ripios de perforación que son arrastrados hasta la superficie.

Estos elementos se mantienen en solución con el agua producida por la formación, pudiendo transferirse a al agua de retorno, y, en aquellos reservorios con concentraciones particularmente elevadas de radionucleidos, podrían precipitar en incrustaciones o lodos.

---

<sup>12</sup> Se emplea el término NORM cuando las actividades humanas concentran isótopos radiactivos como el uranio, el torio o el potasio, y sus productos de desintegración radiactiva, como el radio y el radón.

Un tratamiento inapropiado en superficie del agua o de los lodos podría producir la contaminación radiológica de los suelos y aguas superficiales y subterráneas. Por este motivo, los materiales cuya radiactividad esté por encima de los niveles de fondo naturales deben ser manipulados de forma especial para su correcta retirada y eliminación

### 7.3. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE EXCLUSIÓN

Identificación de aquellas zonas en las que, por su especial sensibilidad o interés o porque así lo disponga la normativa, quede restringida la técnica de fracturación hidráulica.

**Tabla 1. Áreas de exclusión identificadas para la planificación estratégica de la fracturación hidráulica**

Ámbito	Criterio exclusión
<b>Áreas de interés natural o ecológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha (según Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha)</li> <li>- Usos restringidos en los planes de ordenación y conservación de espacios o especies protegidas (como pueden ser PORN, planes de gestión Red Natura 2000 o planes de conservación de especies amenazadas)</li> <li>- Áreas de exclusión definidas en las diferentes normativas sectoriales (como por ejemplo las establecidas por la Confederación Hidrográfica)</li> </ul>
<b>Áreas de estrés hídrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas con limitaciones para el abastecimiento a la demanda de la fractura hidráulica</li> <li>- Áreas de acuíferos declarados como sobreexplotados o contaminados (en proceso de recuperación)</li> </ul>
<b>Áreas urbanas o urbanizables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas residenciales habitadas o con expectativas de expansión*</li> <li>- Zonas comerciales o industriales o con expectativa de expansión</li> <li>- Estructuras de servicios y abastecimiento superficiales o subterráneas: vías de comunicación, conducciones, abastecimiento, etc.</li> </ul>
<b>Áreas ganaderas y agrícolas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de práctica extensiva (no consideradas residenciales aisladas)</li> </ul>
<b>Áreas de sensibilidad geológica, topográfica, sísmica y otros riesgos naturales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de actividad sísmica alta</li> <li>- Áreas con presencia de fallas y de sensibilidad a la sismicidad inducida</li> <li>- Áreas de riesgo de inundación</li> <li>- Áreas de riesgo de incendio forestal</li> <li>- Áreas de pendientes pronunciadas / desprendimientos</li> <li>- Áreas de estratos geológicos de especial sensibilidad</li> <li>- Áreas de riesgo radiológico</li> </ul>
<b>Áreas de reservas o abastecimiento de recursos naturales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas de suministro y protección de agua subterránea en cualquier grado y uso frente a cualquier riesgo potencial (tanto por extracción como por contaminación)</li> <li>- Áreas mineras de carbón u otros recursos minerales</li> </ul>

Ámbito	Criterio exclusión
<b>Áreas de alto valor paisajístico</b>	- Preservación paisajística
<b>Áreas de patrimonio cultural</b>	- Vías pecuarias - Montes de utilidad pública - Bienes de interés cultural - Cualquier otro elemento delimitado en las cartas arqueológicas
<b>Áreas de interés particular</b>	- Áreas de interés recreativo, ocio y recreo (baño, senderismo, etc.) - Cualquier otro uso del suelo, subsuelo o recursos de este que, de forma particular o local, requiera de protección especial

*\*La exención puede ser absoluta, o en función a la densidad de población o espacios sensibles (hospitales, etc.).*

Una vez establecidos los criterios se identificarán las zonas de exclusión que se plasmarán gráficamente en un plano.

#### 7.4. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN

Establecimiento de distancias mínimas de protección que deberán guardarse entre las zonas aptas para la aplicación de la fractura hidráulica y sus zonas de exclusión, así como limitaciones en relación con la distancia mínima en profundidad entre la zona del subsuelo que va a fracturarse y cualquier masa de agua subterránea.

En general, los criterios se aplicarán desde un punto de vista conservador, del lado de la seguridad. Una vez establecidos y concretados los criterios se identificarán las zonas de protección que a su vez se plasmarán gráficamente en un plano.

#### 7.5. IDENTIFICACIÓN DE EMPLAZAMIENTOS VIABLES

Los emplazamientos viables se determinarán solapando los emplazamientos potencialmente viables con las zonas de exclusión y de protección.

Una vez identificados los emplazamientos viables, sobre estos se realizará una evaluación de potenciales impactos y riesgos para la salud humana y el medio ambiente, con el fin de determinar si existen otras zonas a excluir, en las que la acumulación de posibles impactos sinérgicos pueda dar lugar a un riesgo inadmisibles para la salud y el medio ambiente.

Se propone fijar áreas de influencia para todo emplazamiento en el que se vaya a llevar a cabo la actividad de fracturación hidráulica.

El área de influencia sería el perímetro mínimo para el control de las actuaciones llevadas a cabo, no sólo las directamente asociadas al proyecto y sus instalaciones, sino también para las acciones relacionadas con el control y seguimiento de los potenciales impactos de la actividad.

Si en una zona el área de influencia superase la zona apta, superponiéndose sobre una zona protegida (no apta), querría decir que en esa zona tampoco se debería implantar un pozo de fracking.

## 8. VIGENCIA DEL PLAN

Este plan estratégico tendrá una vigencia de 6 años desde su aprobación.

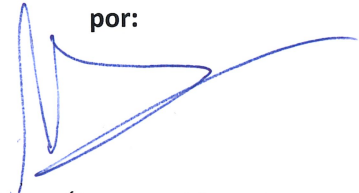
Madrid, 18 de febrero de 2019

**Realizado por:**



Silvia de la Rosa López  
*Técnico de Proyecto*

**Revisado y autorizada la emisión  
por:**



Alfonso Álvarez Rodríguez  
*Director de Proyecto*

*"En su compromiso de mejora del medio ambiente y al amparo del art.35 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, EMGRISA ha editado este documento minimizando los consumos de papel y tinta".*