



Radicación número: 05011001-03-26-000-2016-00140-00 (57819)  
Demandante: Esteban Antonio Lagos González

**CONSEJO DE ESTADO  
SALA DE LO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO  
SECCIÓN TERCERA  
SALA PLENA**

**Consejero ponente: ROBERTO SÁCHICA MÉNDEZ**

**Radicación: 05011001-03-26-000-2016-00140-00 (57819)**  
**Demandante: ESTEBAN ANTONIO LAGOS GONZÁLEZ**  
**Demandado: NACIÓN – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**  
**Referencia: Salvamento de voto en Sentencia.**  
**Asunto: Nulidad simple Decreto 3004 de 2013 y Resolución 90341 de 2014**

**Salvamento de voto**

Con mi respeto acostumbrado, presento los motivos de mi disenso frente a la Sentencia mayoritaria que negó las pretensiones de la demanda, Son estos:

1. En criterio del suscrito magistrado, la decisión adoptada por la mayoría gravitó en torno a dos aspectos: por un lado, una interpretación solemne y, quizás, formalista, de los presupuestos de procedibilidad del contencioso de anulación y, por otro, una lectura casi ilimitada del alcance de la discrecionalidad administrativa en lo que atañe a la expedición de reglamentos técnicos. Estos dos aspectos, una vez puestos en conjunto, limitan el papel del juez en el control de legalidad en asuntos tan usuales y recurrentes para la administración contemporánea -como lo son los reglamentos técnicos- en tal grado, que estos llegan a semejar verdaderas manifestaciones de soberanía.

Estimo que el culto al formalismo hizo que el *leitmotiv* de la sentencia gravitara sobre el reproche a cierta “falta de técnica” en la demanda, que solo pudo ser superada por un redoblado esfuerzo del juez de legalidad para llegar a un fallo que no fuera inhibitorio. A mi juicio, la demanda no acusaba tal vicio, pero la decisión sí tomó su sentido, desde las primeras líneas de la providencia, en función de esa injustificada percepción de aquella.



Tal percepción estuvo determinada por algunos apartes del escrito introductorio en los que el actor señaló que la normativa acusada “autorizaba” o “avalaba” el desarrollo de la actividad de fracturamiento horizontal de roca generadora para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales (en adelante, solo para abreviar, fracking). Sin embargo, esas afirmaciones no debieron entenderse como si con ellas se pretendiera atribuir a la normativa acusada, carácter fundante del ordenamiento en la materia, pues a mi juicio, fueron empleadas por el actor para denotar que, en ausencia de otra norma de mayor jerarquía, esa normativa se erigía (hasta ese momento) en el único marco de referencia para la operación del fracking. Esto, para poner en relieve que, su expedición sin previo conocimiento de la particular geografía e hidrología patria, proceder *de suyo* lesivo del principio de precaución, había llevado a la adopción de normas insuficientes para conjurar el riesgo de grave e irreparable daño al ambiente y a la salud humana que, a voces autorizadas de ciencia, comportaba la operación de la referida técnica en el marco de una regulación de tales características.

¿Revelaba, acaso, tal perspectiva, una falta de técnica? Por supuesto, la respuesta es no. Por el contrario, valido de esa afirmación, el actor permitía apreciar que, salvo por escasas referencias en la ley del plan, a la necesidad de explorar y explotar los yacimientos no convencionales de hidrocarburos (una de las locomotoras del desarrollo), el tema del fracturamiento horizontal de roca generadora y de sus implicancias para el medio ambiente sano, para la salud, y para la vida humana y animal presente y futura, no tenía otro referente que el reglamento técnico objeto de demanda.

Claro, el asunto había de ser mirado en conjunto con la normativa ambiental hasta entonces en vigor. Sólo que dicha normativa no se trajo al proceso por la parte demandada; y no se trajo, no sólo porque no le concernía en función de su rol procesal, sino porque, sencillamente, en específica relación con el referido fracturamiento, como técnica, no había normativa que corrigiera o complementara la que era objeto de control en este contencioso.

En síntesis, considero que una lectura **integral** de la demanda (las pretensiones, los hechos que expuso el actor para fundamento de aquellas, las normas que señaló como violadas con los actos acusados, y el concepto



que expuso para denotar su violación) permitía apreciar su genuino alcance, y daba cuenta de los elementos necesarios para que la Sala acometiera, a la luz de las pruebas recabadas en el proceso, el control de legalidad del Decreto 3004 de 2013 y de la resolución 90341 de 2014, en función del principio **constitucionalizado** de precaución, en los términos del desarrollo que a él dieron los artículos 1.1. y 1.6 de la Ley 99 de 1993, y de los artículos 79 y 80 de la Constitución Política.

Ahora, en lo que atañe a la discrecionalidad de que goza la autoridad reglamentaria en materia técnica, ninguna duda puede existir en torno a la pertinencia y validez del control judicial del acto discrecional que aquella expida, pero, sobre todo, ninguna duda puede haber sobre su necesidad, si se considera que hoy, el efectivo ejercicio de las libertades, se encuentra condicionado, cada día más, por la potenciación de las nuevas tecnologías; y, en procura del confort y de la más rápida apropiación de los recursos materiales, la dinámica de las fuerzas productivas puede tender a la puesta en rápida operación de nuevos desarrollos técnicos o tecnológicos, sin consideración o conocimiento suficiente de los daños graves e irreversibles que aquellas puedan causar sobre el conjunto de circunstancias o factores físicos y biológicos que rodean a los seres vivos, influyen en su desarrollo, e incluso, determinan su existencia.

Por supuesto, ese grado de discrecionalidad debe depender de la confianza que el legislador, tras una lectura de la percepción social de riesgo tolerable, confiera a la autoridad reglamentaria. Y es precisamente, porque la confianza que subyace en el otorgamiento de competencia discrecional pende del conocimiento previo de los escenarios de riesgo que ha develado la ciencia, que el primer llamado que puede hacer el actor (público), al control judicial sobre el reglamento técnico, es a la verificación de la existencia de ese conocimiento científico; de la consulta que de aquel haya realizado la autoridad reglamentaria, pero, sobre todo, de la apropiación que de tal conocimiento haya hecho esa autoridad, sin perder de vista que los riesgos que la técnica comporta sólo pueden ser apreciados pertinentemente en función del contexto al que ella ha de ser aplicada. Esa es, precisamente, la razón por la que el descubrimiento experimental debe ser sometido a “testeo” con pruebas realizadas sobre grupos o ambientes previamente seleccionados.



Sólo entonces tiene sentido un segundo llamado, a la constatación de la racionalidad de las medidas que por intermedio del acto reglamentario adopte la administración. Será en ejercicio de esta fase del control que el juez de la legalidad establezca la idoneidad, la necesidad y la proporcionalidad de tales medidas.

Considero que el actor, en esta ocasión, llamó al control de legalidad, protestando, en primer lugar, la falta, o insuficiencia de conocimiento, por la parte de la autoridad reglamentaria, del riesgo que comportaba la puesta en operación de la técnica del “fracking” en nuestro contexto hidro geológico por causa del deficitario estado de levantamiento de las líneas ambientales de base que acusa nuestro país. Y le asistía razón en su llamado, pues autorizadas voces de ciencia, por él traídas al proceso, daban cuenta suficiente de los riesgos de grave e irreversible daño ambiental y a la salud que, de suyo, apareja el uso de esa técnica, pero, especialmente, de los que entraña su empleo en el contexto de las particulares condiciones de nuestra hidro geografía, riesgo que, advertían, se maximizaba en atención al desconocimiento de nuestras líneas ambientales base.

Al punto, la Sala debía tomar en consideración que la competencia reglamentaria en materia técnica le ha sido atribuida al ejecutivo bajo el supuesto, que *“la identificación y evaluación de riesgos sociales requiere conocimientos sobre la actividad humana específica considerada riesgosa, y sobre los elementos que están sujetos a los riesgos asociados con dicha actividad (y su manejo) requiere además conocimientos sobre las medidas de mitigación, y su capacidad para prevenir, disminuir o corregir los riesgos respectivos”* [núm. 62 (i)], conocimiento que se asume, está más al alcance del ejecutivo, que del juez. Pero, debía advertir que, por consecuencia del juego de frenos y contrapesos que entraña la correlación de fuerzas de poder en el Estado de Derecho, es al Juez a quien concierne el control, tanto de la realidad de ese supuesto, como de la racionalidad del reglamento, en sí.

Dicho control, cuando toma cauce por la vía de las pretensiones de “simple nulidad”, lo ejerce el juez con sujeción a las pretensiones y a la causa petendi que le sean expuestos por el actor. Y, en este caso, me pareció digno de aprecio el esfuerzo que éste hizo en orden a mostrar en la demanda, tanto **la improvisación** (llamado de primer grado), como la **insuficiencia** (llamado



de segundo grado), de la normativa acusada para conjurar los riesgos que la operación del fracking bajo una inadecuada regulación podría comportar.

En ese sentido, encontré válido que, para esos efectos, el actor se apoyara en la remisión a textos que allegó, como documentos adjuntos, a su escrito de demanda, extendidos como él indicaba, por fuentes más autorizadas que su propia pluma para develar los riesgos y potenciales daños que entrañaba la normativa así expedida. La lectura armónica de esos textos, en forma complementaria con lo que expresaba el actor, me permitió apreciar, en toda su dimensión, los vicios que aquel le atribuyó a la referida normativa. Entendí, también, que aparte la insuficiencia material que acusara el articulado demandado, la sola extensión de esa normativa, sin contar con el debido y previo conocimiento de la hidro geología vernácula, constituía ya, trasgresión del principio de precaución, aún si el actor no hubiere acertado en la compleja tarea de señalar, artículo por artículo, la insuficiencia de esa regulación.

2. No compartí el alcance que la mayoría dio a la problemática jurídica que comportaba la demanda. La ácida percepción crítica que aquella tuvo, respecto de la demanda, la llevó a entender que el actor ponía a consideración de la Sala dos problemas jurídicos: el primero, ordenado a determinar si esa normativa avalaba o autorizaba el empleo del fracking en Colombia; y el segundo, con el mismo sesgo, encaminado a establecer si las normas acusadas violaban directamente el principio de precaución ambiental, **porque autorizaron** la exploración y explotación de yacimientos no convencionales mediante fracturamiento hidráulico a pesar de que esta actividad genera un peligro de daño grave e irreversible al medio ambiente, sin que la regulación fuera suficiente o adecuada para mitigar esos riesgos.

No pude compartir esa problemática, en los términos en que fue formulada por la Sala, porque, repito, a mi modo de ver, cuando el actor aludió a esa “autorización”, simplemente quiso mostrar que el tema del fracturamiento horizontal de roca generadora, y de sus implicancias para el medio ambiente sano, para la salud, y para la vida humana y animal presente y futura, no tenía otro referente superior en el ordenamiento colombiano, que el reglamento técnico objeto de demanda.

Entendí, entonces, que los problemas que el actor planteaba, y que competía resolver a la Sala, eran los siguientes:



- 2.1. Si las normas acusadas fueron expedidas sin contar con un previo proceso de investigación científica que permitiera conocer, prevenir y conjurar el daño grave e irreversible que puede causar la operación del fracking bajo esa regulación, al medio ambiente y a la salud humana y animal, y se muestran, en consecuencia, contrarias al principio de precaución.
- 2.2. Si las reglas técnicas adoptadas mediante los actos acusados son insuficientes para conjurar los riesgos de daño grave e irreversible que comporta la operación del fracking en atención a la insuficientemente conocida caracterización de nuestra propia hidrogeología.

Y, fácil resulta advertir que la decisión tendría distinto signo según se diera respuesta a la problemática, en uno u otro sentido.

3. Diferí, también, de la mayoría, en relación con sus consideraciones referentes a la determinación de la naturaleza y del alcance del principio de precaución. Considero que, la decisión de la que me aparté, si bien reconoció, a manera de premisa, el carácter justiciable del principio de precaución (núm. 66 (iii)), y enunció los elementos que lo integran (núm. 64), no fue consecuente con la referida premisa, ni derivó cabal consecuencia de algunos de aquellos elementos, en alguna medida, como resultado del entendimiento del artículo 1.6 como una **reproducción** del principio 15 de la Declaración de Río, de 1992, y de una cierta recepción de tesis que sobre este principio elaboró un particular sector de la literatura jurídica norteamericana de los años 90 de la pasada centuria<sup>1</sup>.

En efecto, tras reconocer la positivización del principio de precaución en el derecho patrio, y después de afirmar que se trata de un principio justiciable, advirtió la Sala mayoritaria que éste, por causa de su abstracción característica, sólo podía ser aplicado, si previamente, el legislador o la

---

<sup>1</sup> Especial influjo percibo en Sunstein (ver n.p.p. 85, 89, 92, 120 y 121), quien forma parte de la corriente del Análisis Conductual y Económico de la Ley, tomando alguna distancia frente al postulado del “análisis racional”, basilar al Análisis Económico del Derecho, pero fiel al individualismo y al utilitarismo que subyacen en la génesis de esta escuela, tanto como al recurso a una metodología que extrapola los supuestos de la microeconomía al Derecho y la aplicación en este campo del método propio de aquella ciencia, para explicar el comportamiento de los individuos ante la ley. Eso explica la remisión que hace a la relación costo-beneficio, como instrumento metodológico para aplicar el principio de precaución en cada caso particular, remisión que encuentro impertinente para el caso colombiano, habida consideración de la proscripción que hizo nuestro legislador, de toda alusión a los costos de las medidas, como factor a considerar para la aplicación del principio.



autoridad reglamentaria, había desplegado una labor, más o menos sofisticada, de concreción, con el objeto de derivar de él, una o mas reglas (de supuesto cerrado). Tomé distancia frente a este aserto, porque comporta la paradoja de condicionar la eficacia del principio, a la previa producción por el legislador, por la administración o por el juez, a partir de su enunciado, de reglas, únicas normas que vendrían a revelarse, verdaderamente justiciables. La concreción del principio está determinada, a mi modo de ver, por la conjunción de éste con la realidad que le sobreviene, y se produce en sus destinatarios (legislador, administrador, juez o particular), para dar lugar a una reacción, a una toma de posición, bien de aceptación o aprobación, o bien de repudio y rechazo, de esa realidad<sup>2</sup>.

Pero, al margen de ello, considero que la juiciosa descripción que se hizo en la sentencia de tal proceso de concreción, configura un *obiter dictum*, puesto que, el principio de precaución no presenta el grado de abstracción que ameritara el llamado a definir una metodología para su cabal concreción. Tal cual ha sido formulado, no se limita a la expresión de una idea abstracta, como ocurre con principios como “la igualdad” o “la transparencia” o como podría haber ocurrido, si el legislador, simplemente, hubiere invocado, sin mas elementos de análisis, el “principio de precaución”. En los términos que empleó el legislador en la redacción del artículo 1.6 de la Ley 99 de 1993, se puede reconocer un supuesto fáctico y una consecuencia jurídica, a la manera que ocurre con las reglas. Veamos:

**Supuesto fáctico: “la falta de certeza científica absoluta sobre la existencia de un peligro de daño grave e irreversible previamente advertido, por aplicación del método científico”**

**Consecuencia jurídica: no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.**

La regla, así definida, por supuesto, es pasible de interpretación, y de suyo, debe ser interpretada, para efectos de su aplicación. Para ello venían procedentes los variados métodos de interpretación jurídica, a saber: exegético, sistemático, histórico o sociológico.

---

<sup>2</sup> Zagrebelsky, Gustavo. El derecho dúctil. Ley, derechos, justicia. Ed. Trotta, 1992, p. 116-120



La Sala mayoritaria echó mano, para esos efectos, de recursos históricos y comparativistas, para decir, tras un rápido recuento de antecedentes, que “*el principio de precaución fue incorporado al derecho colombiano en virtud de la potestad de configuración normativa del legislador en materia ambiental, que **reprodujo** el principio número 15 de la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo*”. Considero que, aunque es válido advertir que la mencionada declaración fungió como fuente material del artículo 1.6 de la Ley 99 de 1993, no podía afirmarse que nuestro legislador **reprodujo el texto del principio 15 de esa Declaración**. La siguiente comparación de textos permite denotar algunas diferencias en su redacción, que conllevan significativas consecuencias prácticas:

| <b>Principio 15, Declaración de Río</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Artículo 1.6, Ley 99 de 1993</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces <b>en función de los costos</b> para impedir la degradación del medio ambiente.</i> | <i>La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el <b>resultado del proceso de investigación científica</b>. No obstante, las <b>autoridades ambientales y los particulares</b> darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.</i> |

Nótese, por ahora, que nuestra legislación suprimió la referencia a **los costos**, como factor a considerar en la determinación de las medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente, supresión que, en casos como el que nos ocupa, trae como consecuencia la proscripción de toda consideración de los costos económicos para la toma de la decisión de posponer o no la adopción de la norma rectora de la técnica del fracturamiento hidráulico horizontal de la roca generadora de hidrocarburos en YNC, hasta tanto se contara con conocimiento científico que sirviera de sustento para asegurar su idoneidad como medio para prevenir y conjurar los riesgos que aquella, según daba cuenta el debate científico, conlleva, para el medio ambiente; o de fijar reglas diferentes, más idóneas para conjurar los riesgos que en ese particular contexto entraña su operación.



Considero que, soslayar la supresión que hizo el legislador nacional, de la referencia a **los costos**, como factor determinante en la definición de las medidas eficaces que han de emplearse para evitar la degradación del medio ambiente, resultó decisivo para confinar el juicio de legalidad de los actos acusados, a una **relación costo - beneficio**, a la manera propuesta por Carl Sunstein<sup>3</sup>.

Tal ejercicio, indicado para otros contextos diferentes al patrio, está ordenado en función de la definición de la **proporcionalidad** de las medidas (y de resultar pertinente, habría de establecerse en función del balanceo de los bienes, intereses y valores constitucionales que resultan beneficiados o sacrificados con las medidas, y no podría quedar reducido a la ponderación de medida y costos). Forzoso es señalar, entonces, que no fue ese el cargo o reproche que el actor formuló en este proceso. Su protesta, como ha quedado reseñada, se centró en la falta de **idoneidad** (juicio de valor que nos permite establecer, si la normativa, tal cual fue expedida, se mostraba adecuada para conjurar los riesgos de daño grave e irreversible al medio ambiente sano, bien jurídico que, conforme a la normativa que le dio desarrollo al principio en comento, reclama protección)

Este juicio de idoneidad suponía, en este caso, una previa verificación del **conocimiento científico** existente, no sólo sobre las implicaciones que, de suyo, pudiera tener la praxis del fracking para la perforación horizontal de la roca generadora de hidrocarburos, sino sobre las particulares condiciones hidro geológicas del contexto en el que dicha técnica había de ser aplicada, puesto que, el riesgo que debía conjurar esa normativa, debía apreciarse, en ese ámbito particular y concreto, de manera que, sin conocimiento de éste, mal podían expedirse normas idóneas para el efecto.

En esa perspectiva, no compartí la exigencia que hizo la Sala mayoritaria al actor, de demostrar **fehacientemente** supuestos determinados que se hubieran dejado de considerar en la normativa demandada, como si de ello dependiera, exclusivamente, la insuficiencia y falta de idoneidad de aquella, en cuanto medio para conjurar el riesgo de daño grave e irreversible que se

---

<sup>3</sup> Sunstein (n.p.p. 85, 89, 92, 120 y 121) forma parte de la corriente del Análisis Conductual y Económico de la Ley. Aunque tomó distancia del postulado del “análisis racional”, basilar a la escuela del Análisis Económico del Derecho, se mantiene fiel al individualismo y al utilitarismo que subyacen en la génesis de ésta, tanto como a la extrapolación de los métodos de la ciencia económica al derecho y al uso de los supuestos de la microeconomía para explicar el comportamiento de los individuos ante la ley.



cernía sobre el medio ambiente (núm. 195). Tal insuficiencia estaba demostrada por el mérito de las pruebas que daban amplia cuenta del debate existente en el ámbito científico, sobre el peligro que representa la operación de esa técnica al margen de una normativa pertinente que discipline a sus operadores, esto es, dictada en función de los particulares caracteres del ecosistema en el que ha de ser ejecutada; siempre que esa prueba se apreciara conjuntamente con aquella otra que indicaba que Colombia acusaba, para el momento en que fue expedida la regulación demandada, grave desconocimiento de sus líneas de base ambientales, tanto como de su geología e hidrología y en particular, de sus acuíferos (núm.. 199 y 200), como mostraré más adelante.

Ahora bien, al margen del recurso a la historia y al derecho comparado, para la interpretación de la regla con la que nuestro legislador concretó el principio de precaución, resultaba necesario desentrañar el significado de los sintagmas “**resultados del proceso de investigación científica**”, y “**certeza científica absoluta**”, que fueron empleados por el legislador para construir el texto de la regla con la que desarrolló el principio. Para esos efectos venían útiles las reglas de hermenéutica contenidas en los artículos 28 y 29 de la Ley 57 de 1887, para tomar en consideración que, tales expresiones, propias de la epistemología de la ciencia, debían tomarse en el sentido que se les confiere por los que profesan esa ciencia, pues nada indicaba que el legislador las hubiere tomado en sentido diverso.

Esto, para denotar que, esa referencia a los *resultados*<sup>4</sup> expresa la conclusión de las operaciones de un proceso, del que aquellos son efecto y consecuencia<sup>5</sup>; y que por tal proceso había de entenderse el modo de acceder al conocimiento, basado en experiencias bien reguladas, y tanto más necesarias cuanto más avanzado sea el estado del saber. Alude, entonces,

<sup>4</sup> RAE. *Diccionario de la Lengua Española*, edición del Tricentenario, 2020: “Resultado. || De resultar. || 1. m. Efecto y consecuencia de un hecho, operación o deliberación”.

<sup>5</sup> El objeto de la justificación externa es la fundamentación externa es la fundamentación de las premisas usadas en la justificación interna. Dichas premisas pueden ser de tipos bastante distintos. Se puede distinguir: (1) reglas de Derecho positivo, (2) enunciados empíricos, (3) premisas que no son ni enunciados empíricos ni reglas de Derecho positivo. || Estos distintos tipos de premisas se corresponden con distintos métodos de fundamentación. La fundamentación de una regla en tanto regla de Derecho positivo consiste en mostrar su conformidad con los criterios de validez del ordenamiento jurídico. En la fundamentación de premisas empíricas puede recurrirse a una escala completa de formas de proceder que vas desde métodos de las ciencias empíricas, pasando por las máximas de la presunción racional, hasta las reglas de la carga de la prueba en el proceso”. ALEXY, Robert, *Teoría de la Argumentación Jurídica*, traducción de Manuel Atienza e Isabel Espejo, 2ª edición, Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, 207, p. 222.



a la aplicación del principio del método experimental, en el que se fundamenta el conocimiento científico actualmente aceptado, método en el que, a partir de unas *semillas de verdades* inferidas del conocimiento científico existente, denominadas hipótesis, son comprobadas las proposiciones sobre la naturaleza, a través de experiencias precedidas de una preparación escrita. Este es, en definitiva, un método de comprobación de hipótesis, que son demostradas a través de efectos conocidos de las experiencias realizadas<sup>6</sup>.

Bajo este entendimiento, se imponía la desestimación de los talleres realizados, en un cortísimo lapso de días, por las autoridades administrativas colombianas, para aproximarse a algunas experiencias realizadas en otros contextos geológicos en función de la elaboración de regulación de la técnica en esos países, en particular, en el Estado de Colorado (EE.UU.), como ejercicio idóneo para develar, validos de experiencias bien reguladas y con aplicación del método experimental, riesgos por conjurar, derivados de la operación de aquella técnica **en Colombia**, sin siquiera contar con el conocimiento adecuado de sus líneas de base ambientales, y de su hidrogeología.

No pude compartir, entonces, la validación que hizo la mayoría, de tales talleres, como ejercicios de concreción del método de investigación científica en función del acceso al conocimiento necesario para la expedición de una normativa técnica idónea y adecuada (núm. 200 (ii)).

Para cerrar la exposición de mis motivos de disenso en relación con el entendimiento que la Sala dio a este principio, debo señalar que la epistemología de la ciencia nos muestra que el sintagma **falta de certeza científica absoluta** remite a un significado diferente del que indica su tenor literal. La tarea del científico, enseña Popper, “no es descubrir la certeza absoluta, sino descubrir teorías cada vez mejores ... capaces de someterse a contrastaciones cada vez más rigurosas ...”<sup>7</sup> Por tanto, aludir a la falta de

<sup>6</sup> BACON, Francis, *Novum Organum: Aforismos sobre la Interpretación de la Naturaleza y el Reino del Hombre*, traducción de Cristóbal Litrán, Barcelona, 1988, pp. 36-38, 67-87, 91-96 y 141-162; DESCARTES, *Discurso del Método*, traducción de Eduardo Bello Reguera, 5ª edición, Tecnos, Madrid, 2003, pp. 85-87; ARENAS, Luis, “De lo uno a lo otro: Conocimiento, razón y subjetividad en Descartes”, *Anales del Seminario de Historia de Filosofía*, Universidad Complutense de Madrid, núm. 13, 1996, p. 101; y FARRINGTON, Benjamín, *Francis Bacon: Filosofía de la Revolución Industrial*, traducción e Rafael Ruiz de la Cuesta, 2ª edición, Ediciones Endymion, Madrid, 1991, pp. 147-149.

<sup>7</sup> POPPER, Carl. *Conocimiento Objetivo*, Solís Santos C. (trad.), Madrid, Tecnos. 1992, p. 325.



certeza científica absoluta, no indica cosa distinta de la existencia de conocimiento obtenido por aplicación del método científico, que indica, con algún grado de probabilidad, que algo, en este caso, el riesgo de daño grave e irreversible para el medio ambiente, existe, pese a que la magnitud de dicha probabilidad no se haya podido establecer con fiabilidad. Será la gravedad e irreversibilidad del daño amenazado, el factor que mueva al juez a una menor o mayor exigencia respecto de la prueba de esa probabilidad. Esa la razón por la que, como lo señaló la sentencia, sin derivar de ello consecuencia, nuestra jurisprudencia no haya sido uniforme respecto a la prueba exigida; *“en ocasiones el solo hecho de existir controversia científica ha sido suficiente para que se emita la orden, mientras que en otras se ha exigido algún indicio de causalidad” a fin de determinar “si se han cumplido los dos deberes de **regular razonablemente** o de cumplir con la regulación existente, antes de definir si resulta necesario regular de manera directa el riesgo, incluso, imponiendo prohibiciones de origen judicial”* [núm.. 62 (iii)] (resaltado fuera de texto).

Como procedo a mostrar a continuación, al proceso vino prueba válida con mérito para demostrar que, para el momento en que fueron expedidas las normas acusadas, existía abundante conocimiento científico que daba cuenta del riesgo de daño grave e irreparable que comportaba la elaboración de la normativa técnica a pesar de la ausencia de conocimiento adecuado de las líneas de base ambientales y de la configuración de nuestra hidrogeografía. Tal conocimiento, paradójicamente, está siendo recabado *ex post* mediante la ejecución de planes piloto de investigación y de otros procesos de investigación científica que fueron indicados con ocasión de la medida cautelar decretada en este proceso.

4. En relación con el **análisis probatorio**, considero acertadas las premisas generales anunciadas para el análisis de la prueba (núm. 196 y 197), pero disiento de las consideraciones que determinaron la valoración del dictamen pericial, y me aparto radicalmente de la forma como fue apreciado el mérito de la prueba documental y testimonial. Para mostrar las razones de mi disenso sobre este particular, me permito un poco acostumbrado ejercicio con ocasión de un salvamento de voto, pero que estimo necesario en este caso, que consiste en traer a continuación el análisis que ameritaba la prueba, con sus respectivas conclusiones y efectos, aunque sólo los que movían, a mi juicio, a una decisión declarativa de nulidad de la totalidad de



los actos demandados, porque fueron expedidos apresuradamente, sin agotar el procedimiento científico requerido, en términos que no le permitían conjurar el riesgo ambiental grave e irreversible que comporta la operación del fracking. Significa lo anterior, que no haré referencia a los motivos que, en subsidio de lo anterior, determinaban la nulidad de algunas de las reglas técnicas adoptadas, particularmente, en la Resolución 90341 de 2014. Veamos:

- 4.1. La demandante aportó el: “**Compendio de hallazgos científicos, médicos y de medios de comunicación que demuestran los riesgos y daños del Fracking (extracción no convencional de gas y petróleo)**”, tercera edición, octubre de 2015, elaborado y publicado por las instituciones **Concerned Health Professionals of New York, Physicians for Social Responsibility** y **Heinrich Böll Stiftung**.

Las fuentes consultadas y citadas en este documento son artículos de revistas científicas o médicas sometidas a revisión de pares, informes de investigaciones periodísticas, así como de dependencias gubernamentales o personas comisionadas por tales entidades. Las publicaciones revisadas son descritas de forma sucinta, a partir de las cuales, se extraen unas conclusiones breves sobre las áreas en las que la técnica de fracturamiento hidráulico produce impactos ambientales.

La calidad y el contenido de las fuentes referidas pueden ser contrastados, ya que sus datos y el vínculo para su consulta en internet están especificados en cada una de las investigaciones que son expuestas sucintamente. Dentro de las fuentes citadas, se observan artículos académicos provenientes de publicaciones con indexación internacional<sup>8</sup>, de acuerdo con el referente SJR del *Scimago Journal & Country Rank*<sup>9</sup>, aceptado en el Modelo de Clasificación de Revistas Científicas<sup>10</sup> del Sistema Nacional de Indexación de Publicaciones Especializadas de Ciencia, Tecnología e

<sup>8</sup> “Revistas indexadas: una revista está indexada cuando un índice bibliográfico, tras una evaluación de su calidad científica, editorial y documental, reconoce la publicación y le solicita integrar la información sus contenidos en la base bibliográfica, para lo cual ha diseñado fichas catalográficas en las que se registran los metadatos que permiten incorporarlas en sistemas robustos de búsqueda que orientan las formas de recuperación, ya sea de la revista completa o de alguno de sus artículos”. COLCIENCIAS, *Modelo de Clasificación de Revistas – Publindex*, 2020, aptado. 1.5.

<sup>9</sup> <https://www.scimagojr.com/>

<sup>10</sup> COLCIENCIAS, *Modelo de Clasificación de Revistas – Publindex*, 2020, aptado. 1.4.3.



Innovación (“Publindex”), que es gestionado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (“Colciencias”), como órgano encargado de la evaluación de la investigación<sup>11</sup>.

Las investigaciones referidas fueron publicadas en revistas de investigación ubicadas en los cuartiles primero (Q1)<sup>12</sup> y segundo (Q2)<sup>13</sup> de clasificación, por lo que corresponde a publicaciones que tienen gran visibilidad en la comunidad científica internacional, conforme a indicadores bibliométricos<sup>14</sup>. Son estas, además, publicaciones actualizadas, que se produjeron en fechas cercanas al 2015, cuando fue publicado este documento.

Se encuentran también, en ese propósito, referencias a estudios provenientes del Consejo de Ciencia y Tecnología de California (EE.UU.), el Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania (EE.UU.), el Departamento de Conservación Ambiental del Estado de

<sup>11</sup> LEY 1286 DE 2009. “Artículo 4. Los principios y criterios que regirán el fomento, desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como las actividades de investigación que realicen los organismos y entidades de la administración pública, serán los siguientes: || 1. Evaluación. Los resultados de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que sean objeto de fomento, apoyo o estímulo, en términos de esta Ley, serán evaluados y se tomarán en cuenta para el otorgamiento de apoyos posteriores. [...]”. DECRETO 849 DE 2016. “Artículo 2º. El Departamento Administrativo Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS, tendrá, además de las funciones que determina el artículo 59 de la Ley 489 de 1998, las siguientes: [...] 11. Diseñar e implementar estrategias y herramientas para el seguimiento, evaluación y retroalimentación sobre el impacto social y económico del Plan de Desarrollo, del Plan Nacional de CTel y el componente de CTel del PND”. RESOLUCIÓN DE LA DIRECTORA GENERAL DE COLCIENCIAS núm. 0790 DE 2016. “Artículo primero. Adoptar la Política Nacional para mejorar el impacto de las publicaciones científicas nacionales y el Modelo de clasificación de revistas científicas nacionales, PUBLINDEX”.

<sup>12</sup> Como: (i) el *Environmental Science & Technology* de la American Chemical Society; (ii) *Elementa* de la Universidad de California; (iii) *Atmospheric Chemistry and Physics* de European Geosciences Union; (iv) *Applied Energy* de la editorial Elsevier BV; (v) *Environmental Health Perspectives* del Departamento de Salud y Recursos Humanos de los Estados Unidos; (vi) *Water Resources Research* de la editorial Wiley-Blackwell; (vii) *Science of the Total Environment* de la editorial Elsevier; (viii) *Applied Geochemistry* de la editorial Elsevier Ltd.; (ix) *Journal of Hydrology* de la editorial Elsevier; (x) *Trends in Environmental Analytical Chemistry* de la editorial Elsevier BV; (xi) *Proceedings of the National Academy of Sciences* de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos; (xii) el *Environmental Sciences: Processes and Impacts* de la Royal Society of Chemistry del Reino Unido; (xiii) el *Environmental Toxicology and Chemistry* de la editorial Wiley-Blackwell; (xiv) *Marine and Petroleum Geology* de la editorial Elsevier BV; (xv) *Endocrinology* de la Endocrine Society; (xvi) *Frontiers in Ecology and the Environment* de la editorial Wiley-Blackwell, entre otras.

<sup>13</sup> Como: (i) el *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* de la editorial Taylor and Francis Ltd.; (ii) *Reviews on Environmental Health* de la editorial Walter de Gruyter GmbH; (iii) *Journal of the Air & Waste Management Association* de la editorial Taylor and Francis Ltd.; y (iv) *Human and Ecological Risk Assessment* (HERA) de la editorial Taylor and Francis Ltd., entre otras.

<sup>14</sup> “SCImago Journal & Country Rank (SJR): es un portal de acceso libre que incluye indicadores científicos de revistas y países, desarrollados a partir de la información ofrecida por la base de datos Scopus. Esta plataforma toma su nombre del indicador SCImago Journal Rank (SJR). Este indicador muestra la visibilidad de las revistas contenidas en la base desde 1996. El sitio SJR desarrolló la idea de asignar cuartil a las diferentes revistas que integran una categoría temática”. COLCIENCIAS, *Modelo de Clasificación de Revistas – Publindex*, 2020.



Nueva York (EE.UU.), la Comisión Europea, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (“EPA”), el Comité de Energía y Comercio del Congreso de los Estados Unidos y de la Oficina de Responsabilidad Gubernamental de los Estados Unidos, entre otros, las cuales son fuentes directas de datos oficiales.

**Se trata, entonces éste, de un documento que no puede desestimarse como fuente de información autorizada**, pues, en todo caso, contiene una valiosa investigación bibliográfica, elaborada por profesionales cualificados, cuyas fuentes pueden ser contrastadas, así como su reconocimiento científico. En razón a ello, los resúmenes de tales publicaciones y de sus conclusiones son una herramienta valiosa en la valoración conjunta de las pruebas científicas, cuya metodología y rigor, en general, sea comprobable. Como sustento científico de la aplicación del principio de precaución, este documento tiene, en definitiva, un alcance descriptivo válido, mas no correlacional<sup>15</sup>. Da cuenta, por demás, de la existencia de un gran número de investigaciones sobre la materia.

- 4.2. Fue aportado con la demanda, el estudio de la **Contraloría General de la República** titulado “**Riesgos y Posibles Afectaciones Ambientales al Emplear la Técnica de Fracturamiento Hidráulico en la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en Yacimientos no Convencionales en Colombia**”, del 21 de diciembre de 2018, realizado con el objetivo principal de “*identificar los potenciales impactos y riesgos ambientales de las actividades relacionadas con la técnica del fracturamiento hidráulico (fracking), específicamente sobre el recurso hídrico, pues este constituye un bien crucial para la población y demás seres vivos, además de aportar en la generación y mantenimiento del desarrollo económico y el bienestar de la sociedad en general*”.

En este documento, se advierte que la disminución de disponibilidad del recurso hídrico superficial y subterráneo es el primer impacto identificado de la fractura hidráulica. La demanda de este recurso se

---

<sup>15</sup> Con los **estudios descriptivos** se busca “*especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice*”, mientras que con los **estudios correlacionales** se “*asocian variables mediante un patrón predecible*”. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., y BAPTISTA LUICIO, M. P., *Metodología de Investigación*, 6ª edición, McGraw Hill, Bogotá, 2014, pp. 92-93.



presenta, principalmente, en la estimulación para el fracturamiento, en la que, en los Estados Unidos, se emplea un volumen promedio de 14.500 m<sup>3</sup> por pozo, lo que depende de su profundidad, distancia horizontal máxima y las características propias de la formación. En un escenario crítico, podrían consumirse hasta 100.000 m<sup>3</sup> en la perforación y fracturamiento de un pozo, lo que “*representa el volumen de agua consumido por alrededor de 715.000 habitantes en la ciudad de Bogotá (considerando una dotación neta máxima de 140 l/hab/día)*”. En la estimulación para el fracturamiento suele emplearse agua dulce extraída de fuentes subterráneas en zonas áridas, y fuentes superficiales en zonas húmedas. En Colombia, la ANH ha estimado un consumo de 25.000 m<sup>3</sup> de agua por pozo.

También enseña este documento, que puede verse afectada la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales de fracturamiento hidráulico. Con la captación de aguas, aparte, disminuye la tasa de dilución de sólidos y de cargas contaminantes, afectando el ecosistema acuático, además de generar posibles períodos de escasez que afecten el riego agrícola, así como los niveles de los pozos de agua potable y de agua superficiales.

Además, que el recurso hídrico puede presentar alteración de las características fisicoquímicas del agua, por fugas o derrames en el manejo, transporte, almacenamiento y uso de sustancias peligrosas, como metales pesados<sup>16</sup>, sales<sup>17</sup>, aceites y grasas<sup>18</sup>, y compuestos radiactivos<sup>19</sup>, los cuales tienen efectos cancerígenos, y pueden afectar los sistemas respiratorio y gastrointestinal, así como los órganos sensoriales. Con las fugas y derrames puede contaminarse las aguas superficiales por escorrentía y las subterráneas por infiltración, así como por el uso de piscinas de almacenamiento de aguas de producción sin un revestimiento adecuado o por su desbordamiento

Aludió este documento, a un trabajo de la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA) adelantado en 2016, que había detectado 151 derrames en YNC, con un volumen promedio de 1.600

<sup>16</sup> Bario, manganeso, hierro y estroncio.

<sup>17</sup> Compuestas por cloruro, bromuro, sulfato, sodio, magnesio y calcio.

<sup>18</sup> Incluido BTEX.

<sup>19</sup> Incluido el radio (radio-226 y radio-228).



litros de aditivos para el fracturamiento<sup>20</sup>. En el mismo año, determinó la EPA que el 13% de los derrames de aguas de producción habían alcanzado aguas superficiales y que el 0,4% de estos derrames había alcanzado aguas subterráneas. No obstante, en un informe de campo en Pensilvania fue registrada una fuga que alcanzó una longitud de 0,6 kilómetros. Para mitigar los daños ambientales se recomienda contar con superficies impermeabilizadas y sistemas adecuados de manejo de aguas industriales en las áreas. Mientras que, para evitar los derrames, se recomienda el tratamiento y disposición de aguas *in situ*.

Aparte, señaló que podía generarse, con la operación del fracking, migración de aguas contaminadas con sustancias peligrosas al subsuelo en la extracción de aguas de retorno y en su disposición mediante reinyección, así como por procedimientos inadecuados de completamiento del pozo. La *re-movilización* de aguas inyectadas en el subsuelo dentro de los *shales* en el Valle del Magdalena medio se ha estimado en un 40%, con desplazamientos de estos fluidos de 150 metros dentro del medio rocoso. Adicionalmente, deben tenerse en cuenta las fallas y fracturas geológicas existentes, que son una vía alterna de *re-movilización* de sustancias contaminantes. Con el conocimiento necesario, la *re-movilización* puede minimizarse empleando fluidos adecuados, pero, al desconocerse la calidad de las aguas de producción, no se puede determinar con claridad si se cuenta con la tecnología adecuada para su tratamiento.

Estos impactos en las aguas subterráneas, señaló, “[...] *tienen el potencial de ser más severos que los impactos en los recursos hídricos superficiales, porque en profundidad lleva más tiempo el reducir naturalmente la concentración de productos químicos y porque generalmente es difícil eliminar los productos químicos en acuíferos*”.

En todo caso, nada se puede hacer para su mitigación, advirtió la Contraloría, sin un monitoreo de las aguas subterráneas después de los derrames, que permita determinar la severidad del daño. Si bien, en Colombia se ha regulado el reúso de aguas residuales<sup>21</sup>, no existe

<sup>20</sup> Ácidos, biocidas, reductores de fricción, rompedores de emulsiones y geles.

<sup>21</sup> Resolución del Ministerio de Ambiente 0421 de 2014.



una normativa específica para las aguas provenientes de la exploración y explotación de YNC. Esto, porque, *“Colombia cuenta con unas particularidades geológicas que deben ser estudiadas de manera complementaria junto con el levantamiento de una línea base ambiental detallada del componente geosférico, a fin de gestionar los riesgos ambientales ante un eventual desarrollo de la exploración y explotación de YNC en sus cuencas sedimentarias de interés (Valle Medio del Magdalena y Cordillera Oriental, principalmente), dada su evolución epirogénica (caracterizada por rupturas o grandes deformaciones estructurales). Por esta razón, la caracterización de los componentes sismotectónicos y de geología estructural deben tener un muy buen nivel de detalle, para poder valorar de mejor manera la vulnerabilidad del recurso hídrico superficial y de acuíferos, en virtud a que la técnica del fracking tiene unos riesgos altos y la incertidumbre de los impactos ambientales sobre el recurso hídrico subterráneo en profundidad podría ser elevada, lo que en conjunto le permitiría al Estado Colombiano tener mayores herramientas de validación de la información allegada por los interesados en el desarrollo de este tipo de yacimientos, así como de una mayor eficacia en el seguimiento y control de las actividades ejecutadas por los operadores de bloques de YNC”*.

Hizo referencia, la Contraloría, a estudios del IDEAM de 2014, según los cuales, Colombia cuenta con una riqueza hídrica superior a la media mundial y latinoamericana, pero la distribución de la oferta hídrica entre las áreas hidrográficas (Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico) es desigual, contando, por ejemplo, las áreas del Amazonas y Orinoco con el 63,3% del total de esta oferta. Y señaló que, en el mismo estudio del IDEAM, fueron identificadas 16 provincias hidrogeológicas, en las que se detectaron 61 sistemas de acuíferos, sin que se tenga certeza de que exista, o no, una cantidad similar o mayor de sistemas que no hayan sido identificados. De cualquier forma, no se cuenta con un *nivel adecuado de conocimientos hidrogeológicos* de 44 sistemas acuíferos identificados y, de ellos, el nivel es muy bajo en 23 sistemas ubicados, principalmente, en el Pacífico, el Orinoco y el Amazonas. En el área del Caribe, el 60% de los acuíferos identificados constituyen la fuente principal de abastecimiento de la población. Mientras en el área del



Magdalena-Cauca el 90% son aprovechados para el consumo humano, con una particularidad en el Valle del Cauca, donde el sector agrícola consume el 83% del total nacional. De las demás áreas no se tienen conocimientos precisos. En total, en las corporaciones autónomas regionales se conoce aproximadamente el 33% de las condiciones de captación de agua y *“se estima un volumen extraído de 4.000 millones de metros cúbicos de aguas subterráneas que corresponde al 12 % de la demanda total”*.

Mostró el documento materia de análisis, cómo el estudio del IDEAM aludió a la referencia que se hizo en el I Congreso Internacional de Hidrología sobre el conocimiento que se tiene en el país en relación con las aguas subterráneas, del que se dijo, es parcial y que *“[el] Sistema Nacional Ambiental aún no cuenta con un trabajo articulado, sinérgico y permanente que le permita al país contar con una cartografía hidrogeológica, la estimación de la oferta y demanda de los recursos hídricos subterráneos, la consolidación de información para realizar seguimiento al estado del recurso y el mantenimiento actualizado de este componente dentro del Sistema de Información Ambiental para Colombia, elementos indispensables para la planificación y manejo integral del recurso a escalas, con un buen nivel de detalle”*. En total, se afirma, han sido adoptados ocho (8) Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos<sup>22</sup> (“PMAA”) y otro tanto más se encuentra en proceso de adopción<sup>23</sup>. Se recomienda concentrar esfuerzos en la aprobación e implementación de PMAAs, para las aguas subterráneas, y Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (“POMCA”), para las superficiales, en el sur de Santander y centro de Boyacá, en el oeste de Cundinamarca, así como en el norte y suroeste del Tolima, que es donde se concentra la oferta de bloques de YNC. Para ello, es necesario contar con estudios hidrológicos a escalas de trabajo menores a 1:25.000, cuya elaboración se ha enfocado principalmente en la región Caribe. Es necesario, además, tener un nivel de conocimiento adecuado de variables hidrogeológicas, como lo son los valores de demanda, recarga y reservas de agua; el inventario de puntos de agua, con las condiciones de cada punto; y

<sup>22</sup> Golfo de Urabá, Morroa, San Andrés-San Luis, Tunja, Ibagué, Maicao, Pueblo Nuevo y Ayapel y sector Mesa-Municipio de Los Santos.

<sup>23</sup> Morrosquillo, Tolúviejo, Cuenca Río Ranchería, Valle de Aburrá, Bajo Cauca Antioqueño, Santa Fe de Antioquia, Chinú-Sahagún y Nare-Berrío-Yondó.



las líneas de flujo; además de mejorar el conocimiento de las unidades hidrogeológicas. Estos datos son necesarios para adoptar medidas que prevengan la contaminación, teniendo en cuenta los impactos acumulativos, y para evaluar los eventuales reclamos por contaminación relacionados con la fractura hidráulica.

Las afirmaciones hechas en el informe —sintetizadas anteriormente— están sustentadas con referencias bibliográficas. Dentro de las referencias citadas se encuentran artículos de revistas académicas reconocidas, como: *Science* (Q1)<sup>24</sup>, *Environmental Science & Technology* (Q1)<sup>25</sup>, *Water Resources Research* (Q1), *Society of Petroleum Engineer Journal* (Q1)<sup>26</sup>, *Elements* (Q1), *Ground Water* (Q1)<sup>27</sup>, *International Journal of Coal Geology* (Q1)<sup>28</sup>, *Journal of Environmental Engineering* (Q2)<sup>29</sup>, *Oilfield Review*<sup>30</sup>, *Journal of Petroleum Technology*<sup>31</sup>, y *SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference*, *Society of Petroleum Engineers*<sup>32</sup>, entre otras.

Estas publicaciones se reconocen en el referente SJR y la mayoría de ellas están ubicadas en el primer y segundo cuartil, por lo que cuentan con amplia visibilidad en la comunidad científica internacional. Si bien, algunas publicaciones, como las últimas que se citan, no están calificadas actualmente en un cuartil determinado, puede verificarse que sí lo estuvieron y que han contado así con el reconocimiento de la comunidad científica internacional en años anteriores, como aquellos en los que se produjeron las publicaciones referidas.

Se encuentran en este documento, además, múltiples referencias a publicaciones de entidades gubernamentales, como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE. UU., la Inspección Geológica del Departamento de Interior de los EE.UU. y el Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania (EE.UU.) la Oficina de Rendición

<sup>24</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23571&tip=sid&clean=0>

<sup>25</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21537&tip=sid&clean=0>

<sup>26</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=15300154827&tip=sid&clean=0>

<sup>27</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=29460&tip=sid&clean=0>

<sup>28</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27524&tip=sid&clean=0>

<sup>29</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23355&tip=sid&clean=0>

<sup>30</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=18268&tip=sid&clean=0>

<sup>31</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=17020&tip=sid&clean=0>

<sup>32</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100324608&tip=sid&clean=0>



de Cuentas de los EE.UU. y el Consejo Canadiense de Academias. Estas entidades pertenecen a países en los que se ha implementado el fracturamiento hidráulico para la explotación de YNC, por lo que son fuente válida de datos recabados sobre esta técnica en su jurisdicción. También se encuentran en este documento múltiples datos provenientes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), el cual es un ente de carácter científico, que forma parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), adscrito al Ministerio de Ambiente, con autonomía administrativa, al que le corresponde *“obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación y tendrá a su cargo el establecimiento y funcionamiento de infraestructuras meteorológicas e hidrológicas nacionales para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de asesoramiento a la comunidad”* [artículos 16,a) y 17, Ley 99 de 1993].

Esta es, pues, fuente válida de datos empíricos corroborables en las anteriores áreas que se encuentra a cargo, que son justamente las materias en la que sus referencias fundamentan lo afirmado en el informe resumido anteriormente. Si bien, no se especifica la autoría personal del documento, este proviene de la Contraloría General de la República, como autora institucional, que tiene la función constitucional de valorar los costos ambientales y rendir un informe anual al Congreso sobre la materia<sup>33</sup>. En razón a ello, cuenta la Contraloría con una delegación específica para el medio ambiente, y una dirección de desarrollo sostenible y valoración de costos ambientales, con la función de conceptuar en materia ambiental, así como, en concreto, de “[p]ropender a que el cálculo real y efectivo de los costos ambientales y de las cargas fiscales ambientales, sea incluido en las políticas, estrategias y gestión de las entidades y organismos fiscalizados en todo lo que tiene que ver con la

<sup>33</sup> CONSTITUCIÓN POLÍTICA. “Artículo 267. [...] La vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en la eficiencia, la economía, la equidad y la valoración de los costos ambientales. En los casos excepcionales, previstos por la ley, la Contraloría podrá ejercer control posterior sobre cuentas de cualquier entidad territorial. [...] Artículo 268. El Contralor General de la República tendrá las siguientes atribuciones: [...] 7. Presentar al Congreso de la República un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente”.



*recuperación de los ecosistemas, con la conservación, protección, preservación, uso y explotación de los recursos naturales y del medio ambiente*<sup>34</sup>, entre otros (Decreto-Ley 267 de 2000, artículos 11.20.3, 11.20.1, 51.4, 54.8 y 54A). A diferencia del control de advertencia, este estudio fue emitido por el Contralor Delegado para el Medio Ambiente, en ejercicio de la función de “[d]irigir y promover estudios de evaluación de la política y de la gestión ambiental del Estado y responder por los resultados y calidad de los mismos”, que le confiere el artículo 54.1 del Decreto 267 de 2000.

El documento no contiene una investigación directa, sino múltiples referencias a otras investigaciones, estas sí directas, que al provenir de fuentes válidas —como se determinó anteriormente— tienen rigor epistemológico. Proviene esta investigación, además, de una entidad autónoma y con capacidades técnicas para el desarrollo de su labor; idoneidad que puede constatarse incluso al verificar las fuentes citadas. En definitiva, el informe titulado “*Riesgos y Posibles Afectaciones Ambientales al Emplear la Técnica de Fracturamiento Hidráulico en la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en Yacimientos no Convencionales en Colombia*” tiene, por tanto, sustento científico descriptivo y correlacional.

- 4.3. Como evidencia científica se encuentra, finalmente, el “***Informe sobre Efectos Ambientales (bióticos, físicos y sociales) y Económicos de la Exploración de Hidrocarburos en Áreas con Posible Despliegue de Técnicas de Fracturamiento Hidráulico de Roca Generadora Mediante Perforación Horizontal***”, de abril de 2019, elaborado por una comisión interdisciplinaria compuesta por: Miguel Gonzalo Andrade Correa (Zoólogo, MSc.), Leonardo David Donado Garzón (Ingeniero Civil, MIRH, DEA, Dr.Ing.), John Fernando Escobar Martínez (Ingeniero de Petróleos, Esp., MSc., Dr.Ing.), Mario García González (Geólogo, MSc., PhD), Manuel Ramiro Muñoz (Filósofo, Mg, PhD), David Neslin (Abogado, BA., JD) Osmel Manzano (Economista, PhD.) Diego Andrés Rosselli Cock (Médico Neurólogo, MD, EdM, MSc.), Juan Pablo Ruiz Soto (Economista, M., MSc.), Natalia Salazar Ferro (Economista, MA) Carlos Alberto Vargas Jiménez (Geólogo,

---

<sup>34</sup> Subrayado añadido.



MSc., MEng., Dr.Ing.), David Yoxtheimer (Geólogo, BSc., PG) y José Armando Zamora Reyes (Ingeniero Mecánico, SM, Nuc.Eng., MBA).

A manera de metodología de investigación (i) fueron empleadas mesas regionales para conocer las preocupaciones de comunidades y grupos de interés de San Martín (Cesar), Puerto Wilches y Barrancabermeja; (ii) fue revisada la normativa actual a la luz de los riesgos y mecanismos de mitigación en la experiencia internacional, teniendo en cuenta la capacidad institucional del Estado colombiano; y (iii) realizar un análisis estimativo del potencial de reservas en el país.

Se afirma en este estudio, como parte de su metodología, que la comisión mantuvo su independencia y que sus miembros contribuyeron en función de sus áreas de conocimiento, para alcanzar unas conclusiones y recomendaciones producto del consenso. Los miembros son *pares académicos* de diversos sectores, a cargo de una *revisión holística del problema*, que se produjo mediante un diálogo interdisciplinar, contrastado en el contexto particular del Valle Medio del Magdalena<sup>35</sup> (geocientífico, social, económico, salud humana, biótico, etc.). Su propósito —se afirma, además— no fue el darle una respuesta afirmativa al Gobierno nacional, aunque la comisión fue convocada por éste.

A partir de una revisión de bibliografía académica, así como de investigaciones y datos de entidades estatales nacionales, extranjeras e internacionales, se determinaron los impactos de la explotación de YNC, así como sus efectos en el ambiente colombiano, discriminándolos por sectores, correspondientes a: la diversidad biológica, agua, atmósfera, sismicidad inducida y salud pública.

En este informe se asevera que en la actualidad hay escasa información para conformar líneas base de ecosistemas terrestres y acuáticos. Se desconoce aproximadamente el 85% de las aguas subterráneas, por lo que la comisión considera que “[l]a información

<sup>35</sup> “Las principales cuencas colombianas con potencial de yacimientos en roca generadora son: Valle Medio del Magdalena, Valle Superior del Magdalena, Caguán-Putumayo, Catatumbo, cordillera Oriental, Cesar-Ranchería, La Guajira y Llanos Orientales. De estas, el Valle Medio del Magdalena tiene las mejores condiciones para desarrollar la explotación comercial, por lo que el estudio se centró en dicha cuenca”.



*hidrogeológica y ecosistémica sobre las áreas propuestas de intervención debe ser revisada y verificada por entidades estatales y divulgada a las comunidades locales por estas entidades”. Con ello se podrá “evaluar y minimizar el nivel de riesgo de que las intervenciones asociadas a la explotación de YRG generen contaminación de aguas con uso actual o potencial para consumo humano y otras actividades productivas, tales como agricultura, ganadería, pesca, usos recreativos y turísticos entre otros, generando mayor confianza a las comunidades”.*

Por otro lado, en este informe se muestra que han sido identificados cinco grupos de amenazas que la explotación de YNC genera sobre el recurso hídrico, a saber: (i) competencia en la demanda del agua con otros actores y sectores; (ii) contaminación de cuerpos superficiales de agua y acuíferos por posibles vertimientos accidentales en las zonas de mezcla y preparación de los fluidos de fractura; (iii) contaminación de acuíferos debido a fallas de la cementación de los pozos verticales; (iv) contaminación de aguas superficiales o acuíferos por vertimientos accidentales de fluidos de retorno, con químicos inyectados en la fractura, sales pesadas y elementos radioactivos; y (v) contaminación de cuerpos de agua superficiales por vertimiento y disposición de agua residual sin el adecuado tratamiento.

Da cuenta este documento, de un estudio publicado en 2018, a partir del análisis de datos sobre el uso del agua y la producción de gas natural, petróleo y aguas recolectados durante seis años en más de 12.000 pozos individuales ubicados en las principales regiones productoras de gas de lutita y petróleo de los Estados Unidos, se mostró que entre 2011 y 2016 la cantidad de agua utilizada para fracturación hidráulica por pozo había aumentado en un 770% y el volumen de aguas residuales cargadas de sales lo había hecho en un 1440%. Si estos fluidos no se manejan, tratan o disponen en forma adecuada, pueden convertirse en fuentes potenciales de contaminación.

Por ello —se firma— resulta necesario tener un conocimiento adecuado de los sistemas hidrológicos, como punto de partida de la



evaluación de los impactos ambientales de la explotación de YNC, así como sobre la disponibilidad local de agua y sobre el manejo de aguas residuales, lo cual *“debe ser considerado al realizar el análisis de riesgo para el caso colombiano, especialmente por la importancia de los cuerpos de agua en las zonas identificadas como de alto potencial para el uso de la fracturación hidráulica”*.

En el estudio publicado por el IDEAM en 2014 fueron identificadas 16 provincias hidrogeológicas —distribuidas en cinco áreas geográficas—, 61 sistemas de acuíferos locales y cinco transfronterizos, así como la demanda anual aproximada por cada área geográfica. Sin embargo, el conocimiento hidrogeológico en Colombia es disperso y su avance ha respondido a las necesidades de uso del agua subterránea. Son pocos los sistemas hidrogeológicos con un nivel de conocimiento adecuado, y dentro de estos no está la totalidad de los acuíferos del Valle Medio del Magdalena.

Además, pone de presente que no se ha ejecutado el proyecto nacional para dar cumplimiento al Decreto 1640 de 2012, por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. La implementación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos (“PMAA”) aumenta considerablemente su conocimiento. Para la construcción de un PMAA para la región del Valle Medio del Magdalena (VMM) se requiere un trabajo de al menos dos años.

En materia de salud pública se realizó un estudio con una metodología particular, con respecto a las empleadas en los demás puntos de la investigación. Se realizó una búsqueda en los portales de revistas científicas *PubMed* y *Scopus* en disciplinas de salud humana. Los títulos y resúmenes de todas las referencias encontradas fueron evaluadas por lo menos por dos personas con experiencia en revisiones sistemáticas de literatura y, luego, fue revisada la bibliografía referida en los artículos seleccionados. En total, fueron examinados 2124 artículos, de los cuales 1958 fueron excluidos por irrelevantes, centrándose así el estudio en el texto completo de 166 artículos, a partir de los cuales fueron incluidos 124 artículos adicionales, para un total de 290 publicaciones.



Con ello se buscó determinar si se presentan *nexos causales* entre la explotación de YRG y enfermedades (que se presentan “*cuando existe evidencia sólida y suficiente sobre la relación entre el riesgo y el desenlace*”) o *asociaciones* (entendidas como “*la relación estadística entre el riesgo y la frecuencia del desenlace*”). A partir de ello, se concluyó en el estudio, que se encuentra: (i) *evidencia moderada de asociación* entre el detrimento de la calidad de aire generada con la extracción de YNC y enfermedades del sistema respiratorio, con *desenlaces crónicos, irreversibles y en ocasiones fatales*; (ii) una *preocupación moderada a alta* de que la contaminación de agua con fluidos producidos en la extracción de YNC genera disrupción en el sistema endocrino; y que (iii) existe “*una asociación entre las gestaciones con algún tipo de complicación durante la gestación, o en el recién nacido, y la distancia de la vivienda al pozo de extracción no convencional*”.

De acuerdo con ello, la comisión recomendó: (i) crear estadísticas de base en salud con un carácter continuo y dinámico, con datos sobre natalidad, enfermedades de vías respiratorias e incidencia de cáncer, que incluyan a todas las personas que viven en las zonas consideradas de riesgo; y (ii) establecer una distancia mínima de, al menos, 2,5 km con respecto a las instalaciones de producción.

Tomando en consideración el anterior estudio sobre los impactos de los YNC en el ambiente y la salud pública, que se integró con un análisis económico y de capacidades institucionales, la comisión interdisciplinaria recomendó que, con la participación del Estado, las comunidades, las operadoras, universidades e institutos de investigación, se realice uno o varios *proyectos de investigación integral* (“PPII”), caracterizados como “*experimentos de naturaleza científica y técnica sujetos a las más estrictas condiciones de diseño, vigilancia, monitoreo y control y, por tanto, de naturaleza temporal*”, que puede ser suspendido en cualquier momento por las autoridades. Como condiciones previas al PPII, se recomienda (i) dar cumplimiento a la Ley 1712 de 2014 de transparencia y acceso a la información pública en lo atinente a la producción e impactos ambientales; (ii) establecer unas líneas base en salud pública, aspectos hidrogeológicos y ecosistémicos; (iii) identificar las necesidades de desarrollo de capacidades institucionales y de formación de las



comunidades; (iv) seleccionar las tecnologías de mínimo impacto con la participación de universidades y centros de investigación; (v) acordar mecanismos de participación, manejo de la salud pública y veeduría con la ciudadanía; (vi) y establecer una línea base en materia de salud pública, sociedad y uso de recursos. Con base en un análisis de los resultados de esta experiencia, debe conseguirse: (i) el fortalecimiento del sistema institucional, (ii) la definición mecanismos de seguimiento y control sobre el uso de los recursos públicos generados; (iii) la aprobación del proyecto por parte de la comunidad (“*licencia social*”) con una participación informada, (iii) identificar impactos ambientales que no hayan sido resueltos, (iv) completar los estudios hidrogeológicos, así como de usos del agua sobre el área de influencia del proyecto y sobre la diversidad biológica, (v) determinar los riesgos relevantes con estrategias de gestión, (vii) diseñar estrategias de compensación con las comunidades, y (vi) conocer de manera detallada las tecnologías que se pretenden utilizar en cada caso y los efectos esperados de su uso, lo que “*incluye una descripción detallada de los químicos y la mezcla y manejo de estos, como también aspectos relacionados con su manejo para evitar contaminación de acuíferos y sismicidad, entre otros aspectos relacionados*”.

Finalmente, esta comisión concluyó que:

“[...] para superar los requisitos necesarios para avanzar del PPII a la exploración y explotación con **fines comerciales** se requeriría un mínimo de dos años para generar y fortalecer la capacidad institucional, generar la información hidrogeológica y ecosistémica, identificar y compensar por los impactos generados (pasivos ambientales) por los yacimientos convencionales en el área de influencia, y gestionar la licencia social para la explotación.

*Para definir el paso de la exploración a la explotación, un requisito adicional es adelantar un análisis costo-beneficio que incluya no solo los costos y beneficios sectoriales, sino también aquellos considerados como externalidades. Es necesario revisar en su momento las experiencias internacionales, las medidas adoptadas y las lecciones útiles para Colombia, pues esta tecnología y su forma de evaluación evolucionan y se actualizan constantemente, tanto en términos técnicos, como políticos y económicos”* (énfasis añadido).



Pues bien, el documento en comento se basó en publicaciones de revistas académicas con alta visibilidad en la comunidad científica internacional, sujetas a revisión de pares, la gran mayoría de las cuales fue clasificada en el primer nivel del referente SJR, a saber: *Science Advances* (Q1)<sup>36</sup>, *Water Resources Research* (Q1)<sup>37</sup>, *Bulletin of the Seismological Society of America* (Q1)<sup>38</sup>, *Marine and Petroleum Geology* (Q1)<sup>39</sup>, *Science* (Q1)<sup>40</sup>, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* (Q1)<sup>41</sup>, *Science of the Total Environment* (Q1)<sup>42</sup>, *Tectonics* (Q1)<sup>43</sup>, *Environmental Science & Technology* (Q1)<sup>44</sup>, *Scientific Reports* (Q1)<sup>45</sup>, *Annual Review of Resource Economics* (Q1)<sup>46</sup>, *Hydrogeology Journal* (Q1)<sup>47</sup>, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (Q1)<sup>48</sup>, *Journal of Petroleum Science and Engineering* (Q1)<sup>49</sup>, *Seismological Research Letters* (Q1)<sup>50</sup>, *Geology* (Q1)<sup>51</sup>, *Journal of Environmental Economics and Management* (Q1)<sup>52</sup>, *Journal of Natural Gas Science and Engineering* (Q1)<sup>53</sup>, *Rock Mechanics and Rock Engineering* (Q1)<sup>54</sup>, *Journal of South American Earth Sciences* (Q2)<sup>55</sup>, *International Economics and Economic Policy* (Q3)<sup>56</sup> y *Earth Sciences Research Journal* (Q4)<sup>57</sup>.

Las referencias a libros no son las más habituales en el ámbito científico, por lo que las que se encuentran en el documento son pocas. Sin embargo, las referencias que se encuentran provienen de editoriales como *Anthem Press* y *Cambridge University Press*,

- <sup>36</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100457028&tip=sid&clean=0>  
<sup>37</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=18854&tip=sid&clean=0>  
<sup>38</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=28947&tip=sid&clean=0>  
<sup>39</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24548&tip=sid&clean=0>  
<sup>40</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23571&tip=sid&clean=0>  
<sup>41</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19010&tip=sid&clean=0>  
<sup>42</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25349&tip=sid&clean=0>  
<sup>43</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=28987&tip=sid&clean=0>  
<sup>44</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21537&tip=sid&clean=0>  
<sup>45</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100200805&tip=sid&clean=0>  
<sup>46</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19700200703&tip=sid&clean=0>  
<sup>47</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=29466&tip=sid&clean=0>  
<sup>48</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100855886&tip=sid&clean=0>  
<sup>49</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=17013&tip=sid&clean=0>  
<sup>50</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=28946&tip=sid&clean=0>  
<sup>51</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26959&tip=sid&clean=0>  
<sup>52</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23352&tip=sid&clean=0>  
<sup>53</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19400158619&tip=sid&clean=0>  
<sup>54</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26268&tip=sid&clean=0>  
<sup>55</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=23226&tip=sid&clean=0>  
<sup>56</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=145054&tip=sid&clean=0>  
<sup>57</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=7000153282&tip=sid&clean=0>



clasificadas en los niveles A y C por la Escuela de Investigación en Ciencias Socioeconómicas y Naturales del Ambiente, en asocio con la Academia Real Holandesa de Artes y Ciencias<sup>58</sup>, por lo que constituyen una fuente epistemológica sólida.

Aparte, son citadas investigaciones de universidades nacionales y extranjeras, como la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de Alabama, el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), Harvard y Cambridge, clasificadas en los rankings internacionales reconocidos, como el *Academic Ranking of World Universities*<sup>59</sup>, el *Times Higher Education World University Rankings*<sup>60</sup> y *QS World University Rankings*<sup>61</sup>, en los que las últimas instituciones mencionadas aparecen ranqueadas en los primeros lugares, mientras las universidades colombianas referidas lo están dentro de las primeras de este país.

Además, son tomados datos provenientes de entidades oficiales nacionales, extrajeras e internacionales, como: la ANH, el IDEAM, el Banco de la República, la Contraloría General de la República, Corpoguajira, el Fondo Monetario Internacional, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Unión Europea, la EPA, el Servicio Geológico de los Estados Unidos, la Cámara de los Comunes del Reino Unido, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, la OECD, el Consejo Nacional de Planeación y el Gobierno Federal de Alemania. Son estas, pues, fuentes válidas de datos oficiales.

En la investigación participaron profesionales en zoología, geología, medicina, ingeniería civil, ingeniería de petróleos e ingeniería mecánica, que, como tales, tienen conocimientos pertinentes para la determinación de los impactos ambientales de los YRG. Varios de ellos tienen título de doctorado, que les confiere un reconocimiento institucional como investigadores. Se mencionó expresamente, por demás, que la revisión bibliográfica en materia de salud pública fue realizada por personas con experiencia en investigaciones de este

<sup>58</sup> <https://sense.nl/quality-and-criteria/>

<sup>59</sup> <https://www.shanghairanking.com/>

<sup>60</sup> <https://www.timeshighereducation.com/content/world-university-rankings>

<sup>61</sup> <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>



tipo. La investigación fue, pues, realizada por personal con conocimientos aptos, que fue complementada con aportes de economistas, un abogado y un filósofo.

Además, los resultados y conclusiones de la investigación no son presentados como afirmaciones apodícticas, sino mayormente mediante índices de probabilidad. Se deja claro también que lo afirmado se basó en las experiencias e investigaciones recabadas hasta el momento de la publicación, las cuales deben proseguir para tener un conocimiento claro sobre los impactos ambientales del fracturamiento hidráulico en la exploración y explotación de YRG. No son pues afirmaciones dogmáticas, sino sujetas a un proceso de comprobación y falsación, propio de la actividad científica.

En síntesis, de acuerdo con los anteriores documentos, cuyo rigor científico es claro, se concluye que:

- **Para la fracturación hidráulica se requieren grandes cantidades de agua, que es mezclada con arenas y químicos, siendo enviada a la superficie entre el 8 y el 10% del fluido inyectado, como aguas de retorno. Se reduce así la disponibilidad del recurso hídrico, por lo que debe conocerse la demanda sobre las fuentes superficiales y subterráneas empleadas, para evitar periodos de escasez. Además, la disminución de los niveles de cuencas o acuíferos trae consigo una disminución en la capacidad de dilución de cargas contaminantes que afecta el ecosistema acuático.**

El ingeniero de petróleos Edwar Tovar Artunduaga, quien se desempeña como líder técnico del área de subsuelo de la gerencia de YNC de Ecopetrol S.A., explicó en su testimonio<sup>62</sup> que el consumo de agua en la exploración, explotación y producción de pozos de YNC es mayor a la de los convencionales, porque en estos últimos el agua es utilizada, en una ocasión, en un proceso constructivo, mientras en aquellos se produce en etapas

<sup>62</sup> Ingeniero de petróleos de la Universidad Sur-colombiana de Neiva; cuenta con una especialización en Gerencia de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Javeriana y un *Master Science* en Ingeniería de Gas natural y Gerenciamiento de las Energías de la Universidad de Oklahoma en Estados Unidos. Tiene una experiencia profesional de cerca de 24 años, de los cuales 21 años han sido en Ecopetrol, en proyectos en Colombia y Estados Unidos, principalmente. Desde el año 2011 ha estado dedicado al desarrollo científico y técnico de los yacimientos no convencionales en el país.



múltiples. También puso de presente el uso de aditivos químicos, que están cubiertos por cláusulas de confidencialidad.

El ingeniero de petróleos y profesor de la Universidad Nacional, Jesús Andrés Gómez Orozco<sup>63</sup>, a su vez, puso de presente en su declaración que una gran parte del agua empleada en el fracturamiento hidráulico tiene que reinyectarse, por lo que no retorna nunca a la superficie.

Además, lo anterior es corroborado con los resultados de la siguiente investigación:

En la revista *Water Resources Research* (Q1)<sup>64</sup> fue publicado el 30 de junio de 2015 el primer mapa nacional de uso de agua para fracturamiento hidráulico de los Estados Unidos, el cual mostró que, en general, los pozos de gas consumen más agua por pozo (5.1 millones de galones en promedio) que los pozos de petróleo (4 millones de galones), y que el volumen requerido para la extracción de un pozo se había incrementado *dramáticamente* (25 veces o más) entre los años 2000 y 2014<sup>65</sup>.

- **Puede contaminarse el acuífero con metales pesados, sales, aceites, grasas y compuestos radiactivos, por la construcción y cementación defectuosa de pozos, así como por la migración del fluido inyectado y de gas, a través de fallas y fracturas geológicas existentes. Estas sustancias tienen efectos cancerígenos, y pueden afectar los sistemas respiratorio, reproductivo, gastrointestinal, endocrino y los órganos sensoriales, además de incidir sobre actividades productivas como la agricultura, ganadería y pesca, entre otros. Su eliminación en el acuífero es difícil y prolongada, y no resulta posible sin un monitoreo adecuado. Sin embargo, los impactos de la contaminación del acuífero en el ambiente, la salud humana y los ecosistemas puede evitarse conociendo y caracterizando previamente las condiciones de las aguas subterráneas, sus conexiones con las aguas superficiales y la geología**

<sup>63</sup> Ingeniero de petróleos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, especialista en ingeniería geotérmica de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda y cuenta con un Magíster en Escrituras Creativas. Es profesor de la Universidad Nacional de Colombia y realiza investigaciones en temas relacionados con extractivismo en el área hidrocarburos, cambio climático y transición energética. Ha trabajado en Ecopetrol en la Gerencia Técnica como ingeniero de perforación, en la empresa en Halliburton como ingeniero direccional y, también, en Weatherford Internacional como ingeniero direccional.

<sup>64</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=18854&tip=sid&clean=0>

<sup>65</sup> "Gallegos, T. J., Varela, B. A., Haines, S. S., & Engle, M. A. (2015). *Hydraulic fracturing water use variability in the United States and potential environmental implications*. *Water Resources Research*. Accepted author manuscript. doi: 10.1002/2015WR017278". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 32. CD, folio 77, cuaderno 1.



**del lugar. De esta forma, puede realizarse un diseño adecuado de los pozos, que sea validado mediante modelamiento numérico.**

Estas conclusiones son corroboradas y precisadas, con las investigaciones que se relacionan a continuación:

- En un estudio de la Universidad de Duke, publicado el 3 de junio de 2013 en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Q1)<sup>66</sup>, fueron analizados 141 pozos de agua ubicados en el noreste de Pensilvania, en los que se detectó que los niveles de metano en los pozos cercanos a operaciones de YNC eran seis (6) veces superiores a los de los pozos lejanos; y que los niveles de etano eran veintitrés (23) veces más altos en los pozos cercanos que en los lejanos<sup>67</sup>.
- Según un análisis publicado en *Environmental Science & Technology* (Q1)<sup>68</sup> el 25 de julio de 2013, en pozos de agua potable ubicados a cinco (5) kilómetros de un YNC activo de gas en Texas (EE. UU.), fueron encontrados altos niveles de arsénico y otros metales pesados<sup>69</sup>.
- En una investigación de la Escuela de Medicina de la Universidad de Missouri, publicada en la revista *Endocrinology* (Q1)<sup>70</sup> el 16 de diciembre de 2013, se recolectaron muestras de agua en sitios cercanos a operaciones de fracturamiento hidráulico en Colorado (EE.UU.), en las que fueron encontrados aditivos empleados en esta técnica extractiva, con propiedades disruptivas endocrinas, “*que interfieren con la actividad hormonal del cuerpo y en muy bajas concentraciones pueden incrementar el riesgo de padecer trastornos en el metabolismo, aparato reproductivo y trastornos neurológicos, especialmente cuando la exposición a éstas se produce dentro de los primeros años de vida*”<sup>71</sup>.

<sup>66</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21121&tip=sid&clean=0>

<sup>67</sup> “Jackson, R. B., Vengosh, A., Darrah, T. H., Warner, N. R., Down, A., Poreda, R. J., . . . Karr, J. D. (2013). Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(28), 11250-11255. doi: 10.1073/pnas.1221635110”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 50-51. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>68</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21537&tip=sid&clean=0>

<sup>69</sup> “Fontenot, B. E., Hunt, L. R., Hildenbrand, Z. L., Carlton Jr., D. D., Oka, H., Walton, J. L., . . . Schug, K. A. (2013). An evaluation of water quality in private drinking water wells near natural gas extraction sites in the Barnett Shale formation. *Environmental Science & Technology*, 47(17), 10032-10040. doi: 0.1021/es4011724”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 50. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>70</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=26061&tip=sid&clean=0>

<sup>71</sup> “Kassotis, C. D., Tillitt, D. E., Davis, J. W., Hormann, A. M., & Nagel, S. C. (2013). Estrogen and androgen receptor activities of hydraulic fracturing chemicals and surface and ground water in a drilling-dense region. *Endocrinology*. doi: 10.1210/en.2013-1697”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 47-48. CD, folio 77, cuaderno 1.



- El 28 de enero de 2014 fue publicado en la revista *Environmental Health Perspectives* (Q1)<sup>72</sup> un estudio de 25.000 casos, que se presentaron entre 1996 y 2009 en áreas rurales de Colorado (EE. UU.), en el que se detectó que se presentaban defectos congénitos cardíacos dentro de un radio de 16 kilómetros entre el lugar de las operaciones y el de residencia de las madres, lo que se explica por la presencia de teratogénicos<sup>73</sup>.
- Un grupo de toxicólogos, geoquímicos y especialistas en radiación, encabezado por la Universidad de Iowa realizó un estudio publicado en febrero de 2014 en la revista *Environmental Health Perspectives* (Q1), en el que fueron hallados radio, uranio y otros elementos radiactivos de origen natural (“NORM”) en una cuenca hidrográfica cercana a operaciones de fracturamiento hidráulico. Concluyeron que estos elementos “*pueden ser emitidos desde la roca shale durante la perforación y fracturación hidráulica y pueden subir a la superficie con los contraflujos (agua de retorno) y el agua producida. Esto puede, por consiguiente, entrar en el medio ambiente y volverse un concentrado de lodo que resulta del tratamiento de las aguas de retorno, y en sedimentos en algún río alrededor de las plantas de tratamiento de aguas*”<sup>74</sup>.
- En una evaluación del estado del conocimiento, publicada el 7 de marzo de 2014 en *Environmental Science & Technology* (Q1), científicos de la Universidad de Duke concluyeron que la explotación de gas mediante fracturación hidráulica había generado contaminación “*por desviación de gas, impactos en las aguas superficiales en áreas donde hay grandes complejos de gas shale y acumulación de isótopos de radio en algunos sitios de derrames y disposición de residuos*”<sup>75</sup>.
- En una investigación financiada por empresas del sector de hidrocarburos, publicada el 25 de marzo de 2014 en *Marine and Petroleum Geology* (Q1)<sup>76</sup>, se evidenciaron fugas en el 6% de los pozos de una región de Pensilvania, y fueron expuestos 85 casos de fallas en su cementación y revestimiento<sup>77</sup>.

<sup>72</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21003&tip=sid&clean=0>

<sup>73</sup> “McKenzie, L. M., Guo, R., Witter, R. Z., Savitz, D. A., Newman, L. S., & Adgate, J. L. (2014). Birth outcomes and maternal residential proximity to natural gas development in rural Colorado. *Environmental Health Perspectives*, 122, 412-417. doi: 10.1289/ehp.1306722”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 84. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>74</sup> “Casey, J. A., Ogburn, E. L., Rasmussen, S. G., Irving, J. K., Pollak, J., Locke, P. A., & Schwartz, B. S. (2015). Predictors of indoor radon concentrations in Pennsylvania, 1989-2013. *Environmental Health Perspectives*. Advance online publication: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1409014>”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 63. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>75</sup> “Vengosh, A., Jackson, R. B., Warner, N., Darrah, T. H., & Kondash, A. (2014). A critical review of the risks to water resources from unconventional shale gas development and hydraulic fracturing in the United States [Abstract]. *Environmental Science & Technology*. doi: 10.1021/es405118y”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 46. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>76</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24548&tip=sid&clean=0>

<sup>77</sup> “Davies, R. J., Almond, S., Ward, R. S., Jackson, R. B., Adams, C., Worrall, F., . . . Whitehead, M. A. (2014). Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and unconventional resource exploitation. *Marine and*



- Científicos de Pensilvania y del Servicio de Geología de los Estados Unidos realizaron un estudio sobre los efectos del fracturamiento hidráulico en 20 campos de los Estados Unidos —publicado el 12 de septiembre de 2014 en *Environmental Science & Technology* (Q1)— en el que fueron identificados los siguientes tres factores de impacto en aguas superficiales: cambios en la cantidad de agua (hidrología), sedimentación y calidad del agua. Concluyeron que no había información para determinar su incidencia en anfibios que habitan los bosques, que son altamente sensibles a las sales vertidas. También se mostró una preocupación por los impactos acumulados en la trucha nativa y por el desarrollo de complejos a gran escala asociados a esquisto, que podría incrementar el porcentaje de ríos contaminados<sup>78</sup>.
- El 26 de noviembre de 2014 fue publicado en *Environmental Science & Technology* (Q1), una investigación de la Universidad de Colorado sobre los biocidas que se encuentran en los aditivos empleados en el fracturamiento hidráulico, que concluyeron que se ignora el destino subterráneo de estas sustancias y su toxicidad no se conoce totalmente. Los investigadores, por un lado, se mostraron preocupados por la afectación a la integridad de los pozos, debido a las fallas en la cementación o en la tubería de revestimiento. Por el otro, pusieron de presente que los biocidas oxidantes a base cloro o bromo pueden reaccionar con otras sustancias empleadas en el fracking y generar subproductos tóxicos halogenados. Además, resaltaron que las concentraciones subletales de los biocidas pueden contribuir a que los microorganismos sobrevivientes se adapten y, por lo tanto, generen resistencia a los antibióticos<sup>79</sup>.
- En una investigación —publicada en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Q1) el 27 de noviembre de 2014— fue detectada contaminación con metano en pozos de agua potable ubicados sobre explotaciones de fracturamiento en Texas y Pensilvania. Mediante un análisis de gases nobles y sus isótopos, fue aislado el origen de la contaminación, que implicaba “filtraciones a través del revestimiento de la

---

*Petroleum Geology*, 56, 239-254. doi: 10.1016/j.marpetgeo.2014.03.001”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 46. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>78</sup> “Brittingham, M. C., Maloney, K. O., Farag, A. M., Harper, D. D., & Bowen, Z. H. (2014). *Ecological risks of shale oil and gas development to wildlife, aquatic resources and their habitats*. *Environmental Science & Technology*, 48(19), 11034–11047. doi: dx.doi.org/10.1021/es5020482”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 41-42. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>79</sup> “Kahrilas, G. A. Blotvogel, J., Stewart, P. S., & Borch T. (2015). *Biocides in hydraulic fracturing fluids: a critical review of their usage, mobility, degradation, and toxicity*. *Environmental Science & Technology*, 49, 16-32. doi: 10.1021/es503724k”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 39. CD, folio 77, cuaderno 1.



tubería como vía natural que ocurre cuando se agrietan los yacimientos de la roca”<sup>80</sup>.

- El 17 de diciembre de 2014, fue publicado un estudio del Departamento de Salud del Estado de Nueva York (EE. UU.), el cual encontró que, entre las personas que vivían cerca de operaciones de perforación y fracturamiento de YNC a gran escala se presentaba erupción cutánea, náuseas o vómito, dolor abdominal, dificultades para respirar, tos, hemorragias nasales, ansiedad, estrés, dolor de cabeza, mareos, irritación de ojos y garganta. Sin embargo, precisó, “*existen importantes lagunas sobre el conocimiento de los impactos potenciales a la salud pública (por la fracturación hidráulica de alto volumen)*”, debido a que los estudios revisados tenían “*limitaciones científicas*”, y persistían las incertidumbres sobre los efectos de la explotación a gran escala sobre la salud humana<sup>81</sup>.
- El 26 de enero de 2015 fueron publicados en la revista *Ecological Applications* (Q1)<sup>82</sup>, los resultados de un análisis cronológico detallado de patrones vegetales sobre un grupo seleccionado de pozos en Colorado, en el que los investigadores concluyeron que la alteración de los sistemas de plantas y tierra, que se producía con la construcción de pozos de gas y petróleo, requería entre 20 y 50 años para su recuperación, volviendo a la forma en que se encontraban antes de la perforación.
- El 1º de febrero de 2015 fueron publicados en el *Journal of Hydrology* (Q1)<sup>83</sup>, los resultados de un estudio del Servicio de Geología de los Estados Unidos, en el que se determinó que la puesta en marcha de operaciones de perforación y fracturamiento hidráulico en YNC había coincidido con el aumento de la salinidad de un arroyo en Wyoming, que, a su vez, había traído consigo el incremento de la salinidad de los suelos<sup>84</sup>.
- En una investigación de la Universidad Duquesne de Pittsburg (EE.UU.) — publicada el 3 de marzo de 2015 en el *Journal of Environmental Science and*

<sup>80</sup> “Darrah, T. H., Vengosh, A., Jackson, R. B., Warner, N. R., & Poreda, R. J. (2014). Noble gases identify the mechanisms of fugitive gas contamination in drinking-water wells overlying the Marcellus and Barnett Shales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (39), 14076-14081. doi: 10.1073/pnas.1322107111”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 39. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>81</sup> “New York State Department of Health. (2014, December 17). *A public health review of high-volume hydraulic fracturing for shale gas development*. Retrieved from [http://www.health.ny.gov/press/reports/docs/high\\_volume\\_hydraulic\\_fracturing.pdf](http://www.health.ny.gov/press/reports/docs/high_volume_hydraulic_fracturing.pdf)”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 81-82. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>82</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=20287&tip=sid&clean=0>

<sup>83</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=50089&tip=sid&clean=0>

<sup>84</sup> “Bern, C. R., Clark, M. L., Schmidt, T. S., Nolloway, J. M., & McDougal, R. R. (2015). Soil disturbance as a driver of increased stream salinity in a semiarid watershed undergoing energy development. *Journal of Hydrology*, 524, 123-136. doi: doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.02.020”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 36-37. CD, folio 77, cuaderno 1.



*Health Part A (Q2)*<sup>85</sup>— se identificó, como fuente potencial de contaminación hídrica y atmosférica, las deformaciones de la roca firme de fondo de esquisto, causada por la inyección de grandes volúmenes de fluidos resultantes en los “*bulbos de presión*”, que se trasladan a través de las capas rocosas, y pueden impactar fallas y fisuras geológicas, afectando los mantos acuíferos<sup>86</sup>.

- En otra investigación de la Universidad Duquesne de Pittsburg —publicada el 3 de marzo de 2015 en el *Journal of Environmental Science and Health Part A (Q2)*— se realizó un muestreo de pozos de agua potable, antes y después de las operaciones de perforación y fracturamiento hidráulico. En las muestras recogidas se encontró un cambio en la composición, con niveles de cloruro, hierro, bario, estroncio y manganeso que, en algunos casos, excedían los niveles máximos para la salud. El Departamento de Conservación de Pensilvania encontró que pudo haber sido el resultado de la movilización de contaminantes remanentes a través de rutas de migración<sup>87</sup>.
- Utilizando un nuevo método de monitoreo de flujos, un equipo de científicos de la Universidad de Pensilvania y de la Universidad de Utah realizó un estudio, publicado el 18 de marzo de 2015 en *Environmental Science & Technology (Q1)*, en el que encontró que las aguas subterráneas cercanas a operaciones de fracturamiento hidráulico, que descargan sus aguas a arroyos, tenían altos niveles de metano provenientes de pozos de gas de esquisto<sup>88</sup>.
- Un equipo de investigadores de la Universidad de Colorado en Boulder y del Instituto Politécnico del Estado de California desarrolló un modelo de identificación de sustancias químicas provenientes de fluidos del fracturamiento hidráulico, que dio lugar a una publicación realizada el 15 de mayo de 2015 en *Environmental Science & Technology (Q1)*. Con el modelo de identificación empleado, fueron analizados 659 de los 996 compuestos utilizados que se conocen. El 2-butoxietanol, que se relaciona con defectos de nacimiento en animales, fue encontrado en agua potable en zonas con alta fracturación, así

<sup>85</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25130&tip=sid&clean=0>

<sup>86</sup> “Lampe, D. J. & Stolz, J. F. (2015). *Current perspectives on unconventional shale gas extraction in the Appalachian Basin. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 50(5), 434-446. doi: 10.1080/10934529.2015.992653”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 36. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>87</sup> “Alawattagama, S. K., Kondratyuk, T., Krynock, R., Bricker, M., Rutter, J. K., Bain, D. J., & Stolz, J. F. (2015). *Well water contamination in a rural community in southwestern Pennsylvania near unconventional shale gas extraction. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 50, 516-528. doi: 10.1080/10934529.2015.992684”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...* p. 36. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>88</sup> “Heilweil, V. M., Grieve, P. L., Hynek, S. A., Brantley, S. L., Solomon, D. K., & Risser, D. W. (2015). *Stream measurements locate thermogenic methane fluxes in groundwater discharge in an area of shale-gas development. Environmental Science & Technology*, 49, 4057-65. doi: 10.1021/es503882b”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 35. CD, folio 77, cuaderno 1.



como el naftaleno, que es un posible cancerígeno para seres humanos, ya que es tóxico para los glóbulos rojos y contribuye al daño renal y hepático<sup>89</sup>.

- Un equipo de investigación de la Universidad de Texas publicó, el 16 de junio de 2015 (p. 32) en *Environmental Science & Technology* (Q1), los resultados de un estudio en el que fueron analizadas 550 muestras de aguas subterráneas y fueron halladas concentraciones elevadas de 19 diferentes compuestos asociados al fracturamiento hidráulico, dentro de los que fue hallado benceno, que es cancerígeno, y tolueno, que es tóxico para el sistema reproductivo<sup>90</sup>.
- **Colombia tiene, por otra parte, unas condiciones geológicas particulares, dada su evolución epirogénica (caracterizada por rupturas o grandes deformaciones estructurales). Por ello, la caracterización de los componentes sismo-tectónicos y de geología estructural debe tener un muy buen nivel de detalle, para poder valorar la vulnerabilidad del recurso hídrico, gestionar los riesgos ambientales del fracturamiento hidráulico, validar los datos proporcionados por los interesados en la explotación de YNC, y hacer seguimiento y control de las actividades ejecutadas por los operadores de bloques de YNC.**
- **Para prevenir la contaminación y evaluar las reclamaciones que pudieran darse en la explotación de YNC es, además, necesario, tener un nivel de conocimiento adecuado de variables hidrogeológicas, como lo son el inventario de puntos de captación de agua, con las condiciones de cada punto y de las líneas de flujo.**
- **En Colombia, sin embargo, no se cuenta con un *nivel adecuado* de conocimientos hidrogeológicos de los 44 sistemas acuíferos identificados y, de estos, el nivel de conocimiento es *muy bajo* en 23 de estos sistemas. Se desconoce así aproximadamente el 85% de las aguas subterráneas. No existe, pues, en el país, la información**

<sup>89</sup> "Rogers, J. D., Burke, T. L., Osborn, S. G., & Ryan, J. N. (2015). A framework for identifying organic compounds of concern in hydraulic fracturing fluids based on their mobility and persistence in groundwater. *Environmental Science & Technology Letters*, 2, 158-64". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 34. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>90</sup> "Hildenbrand, Z. L., Carlton, D. D., Fontenot, B. E., Meik, J. M., Walton, J.L., Taylor, J. T., . . . Schug, K.A. (2015) A comprehensive analysis of groundwater quality in the Barnett Shale region. *Environmental Science & Technology*, 49(13), 8254-62. doi: 10.1021/acs.est.5b01526 80 McPhate, C. (2015, June 18). New study reveals potential contamination. *Denton Record-Chronicle*. Retrieved from <http://www.dentonrc.com/local-news/local-news-headlines/20150618-new-study-reveals-potential-contamination.ece>". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 32. CD, folio 77, cuaderno 1.



**requerida para la estimación de la oferta y demanda de los recursos hídricos subterráneos, la consolidación de información para realizar el seguimiento al estado de las aguas y el mantenimiento actualizado de este recurso, siendo estos elementos indispensables para la planificación y manejo integral del agua.**

Como lo declaró el funcionario de la ANH Manuel Alejandro Montealegre<sup>91</sup>, para la fecha de la expedición de los actos administrativos demandados no se contaba con una línea base de acuíferos completa, y debía completarse la línea base de sismicidad.

Sin embargo, de acuerdo con lo atestiguado por el ingeniero de petróleos John Fernando Escobar Martínez<sup>92</sup>, quien participó en la comisión interdisciplinaria de expertos, con un informe del IDEAM publicado tras la entrega del trabajo del comité, el conocimiento de los acuíferos aumentó a un 28% de los existentes en Colombia y su conocimiento continúa avanzando, siendo necesarios, como mínimo, dos años para tener el modelo del acuífero o de los acuíferos presentes en una región extensa, como lo es el Magdalena Medio. Ratificó, además, que el desconocimiento de los acuíferos incrementa los riesgos, teniendo en cuenta que su contaminación puede producirse, principalmente, por la incompetencia, irresponsabilidad y deshonestidad de los operadores en la perforación de pozos.

En lo anterior coincidió, en su declaración, el biólogo Miguel Gonzalo Andrade Correa<sup>93</sup>, quien también formó parte de la comisión interdisciplinaria de expertos.

---

<sup>91</sup> Ingeniero de petróleos de la Universidad de América, cuenta con una especialización y una maestría en temas ambientales de la Universidad de Los Andes. Entre los años 2008 y 2018 fungió como funcionario de carrera de la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía y, a partir de julio de 2018, está vinculado como funcionario de carrera de la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH-.

<sup>92</sup> El testigo fue parte de la Comisión Interdisciplinaria Independiente de Expertos conformada por el Gobierno Nacional. Es ingeniero de petróleos, con especializaciones en gestión ambiental y en seguridad ambiental minero-energética en Francia; hizo una maestría en medio ambiente y desarrollo en la Universidad Internacional de Andalucía (España) y un doctorado en ingeniería en la universidad de Antioquia. Tiene experiencia laboral en temas del medio ambiente y ha ejercido la docencia universitaria. No ha trabajado para el sector petrolero, salvo la práctica que realizó unos meses con Ecopetrol. Ha trabajado en corporaciones ambientales, en las Universidades Nacional de Colombia, San Buenaventura y de Medellín, y es docente de carrera en la Universidad de Antioquia. Sus áreas de trabajo han sido la hidrogeología, la geomática, la gestión ambiental y económica de los recursos. Así mismo, es el actual presidente de la Asociación Colombiana de Hidrogeólogos y pertenece a la Asociación Latinoamericana de Hidrogeología y la Asociación Internacional de Geólogos.

<sup>93</sup> Licenciado en biología, tiene maestría en sistemática y taxonomía. Es profesor de la Universidad Nacional de Colombia y dirige el Instituto de Ciencias Naturales de la referida universidad. Es miembro de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y fue miembro de la Comisión de Expertos que nombró el gobierno nacional.



- **Pueden contaminarse el acuífero y las cuencas hidrológicas con metales pesados, sales, aceites, grasas y compuestos radiactivos, por vertimientos de aguas residuales, y por fugas en el manejo y almacenamiento de dichas sustancias peligrosas en la superficie, lo que, sin embargo, es menos probable que la contaminación del acuífero por defectos de los pozos o por migración de fluidos. Los impactos ambientales por vertimientos en la superficie pueden mitigarse con el conocimiento adecuado de las aguas de producción, superficies impermeabilizadas en áreas de trabajo y sistemas adecuados de manejo de aguas industriales en las áreas de operación.**

El ingeniero químico Jorge Enrique Sánchez Segura<sup>94</sup>, vinculado a la Universidad Nacional y con experiencia en cuestiones ambientales, declaró que se han identificado 750 componentes empleados en la fracturación hidráulica, que están siempre presentes y pueden clasificarse como sustancias peligrosas, con cambios en su composición porcentual. Agregó que su conocimiento en detalle es necesario, para caracterizar el riesgo al que estarían expuestas las comunidades, pero estos productos suelen ser confidenciales, lo que genera incertidumbre.

Además, las conclusiones precedentes son confirmadas y precisadas con las investigaciones que, a continuación, son referidas:

- El 4 de marzo de 2013, fue publicado en la revista *Environmental Science & Technology* (Q1), una investigación de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Pittsburgh, en la que fueron analizadas muestras de aguas residuales de la perforación de gas, que habían sido tratadas y vertidas a aguas superficiales, en las que fueron detectados niveles de “bario, estroncio, bromuros, cloruros y benceno [que] excedieron todos los niveles conocidos de causar impactos negativos a la salud humana”<sup>95</sup>.
- En una investigación publicada en abril del 2013 en *Journal of the Air & Waste Management Association* (Q2)<sup>96</sup>, fueron identificados 77 derrames que impactaron el agua subterránea en un condado de Colorado (EE. UU.), de los

<sup>94</sup> Ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia; cuenta con una maestría en medio ambiente de la Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil, con estudios en técnicas nucleares en España. Actualmente, trabaja como asesor en el PNUD en la implementación de la enmienda de Kigali, relacionada con el protocolo de Montreal sobre destrucción de la capa de ozono. Ha trabajado en el Instituto de Asuntos Nucleares y el Ministerio de Salud; también ha sido profesor universitario y ha apoyado a organizaciones no gubernamentales en temas relacionados con contaminación química.

<sup>95</sup> “Ferrar, K. J., Michanowicz, D. R., Christen, C. L., Mulcahy, N., Malone, S. L., & Sharma, R. K. (2013). Assessment of effluent contaminants from three facilities discharging Marcellus shale wastewater to surface waters in Pennsylvania. *Environmental Science & Technology*, 47(7), 3472-3481. doi: 10.1021/es301411q”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 51. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>96</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25269&tip=sid&clean=0>



que se tomaron muestras que rebasaban los niveles máximos de tolueno, etilbenceno, xileno y benceno; presentando este último, que es un conocido cancerígeno, un exceso de los límites en el 90% de las muestras<sup>97</sup>.

- El 2 de octubre de 2013 fue publicado en la revista *Environmental Science & Technology* (Q1) un estudio en el que fueron tomadas muestras de sedimento de un arroyo de Pensilvania (EE. UU.) cercano al punto de vertimiento de aguas residuales producidas en actividades de perforación en YNC, en las que fueron registradas concentraciones de radio 200 veces más altas a las que se encontraron en muestras de sedimento recogidas aguas arriba<sup>98</sup>.
- Un equipo internacional de investigadores publicó, el 13 de agosto de 2014, en *Environmental Sciences: Processes and Impacts* (Q1)<sup>99</sup>, los resultados de un análisis en el que, en residuos líquidos del fracturamiento hidráulico, fueron hallados compuestos que, al ser reutilizados, pueden reaccionar con cloro y bromo, creando subproductos tóxicos<sup>100</sup>.
- El 9 de septiembre de 2014 fueron publicados en *Environmental Science & Technology* (Q1) los resultados de una investigación de las Universidades de Stanford y Duke, en la que, en aguas residuales tratadas fueron encontrados bromuros y yoduros que reaccionan con la materia orgánica para crear compuestos hidrogenados altamente tóxicos, “lo que es alarmante en altas concentraciones”, ya que no son filtrables en las plantas de tratamiento municipales de los Estados Unidos y son cancerígenos<sup>101</sup>.
- En una investigación sobre la composición química de los fluidos empleados para el fracturamiento hidráulico, publicada el 1 de febrero de 2015 (pp 37-38). *Trends in Environmental Analytical Chemistry* (Q1)<sup>102</sup>, se detectó que su composición varía ampliamente según la región y la compañía que los utilice,

<sup>97</sup> “Gross, S. A., Avens, H. J., Banducci, A. M., Sahmel, J., Panko, J. M., & Tvermoes, B. E. (2013). Analysis of BTEX groundwater concentrations from surface spills associated with hydraulic fracturing operations. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 63(4), 424-432. doi: 10.1080/10962247.2012.759166”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 51. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>98</sup> “Warner, N. R., Christie, C. A., Jackson, R. B., & Vengosh, A. (2013). Impacts of shale gas wastewater disposal on water quality in Western Pennsylvania. *Environmental Science & Technology*, 47(20), 11849-11857. doi: 10.1021/es402165b”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 65. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>99</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100229837&tip=sid&clean=0>

<sup>100</sup> “Maguire-Boyle, S. J., & Barron, A. R. (2014). Organic compounds in produced waters from shale gas wells. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 16, 2237-2248. doi: 10.1039/C4EM00376D”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 43.

<sup>101</sup> “Parker, K. M., Zeng, T., Harkness, J., Vengosh, A., & Mitch, W. A. 2014. Enhanced formation of disinfection byproducts in shale gas wastewater-impacted drinking water supplies. *Environmental Science & Technology*, 48(19), 11161–11169. doi: 10.1021/es5028184”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 52. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>102</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100316072&tip=sid&clean=0>



siendo necesaria su caracterización para identificar la contaminación de aguas superficiales potables y subterráneas<sup>103</sup>.

- En la revista *Science of the Total Environment* (Q1)<sup>104</sup> fue publicado el 8 de abril de 2015 un análisis de residuos líquidos generados en operaciones de fracturamiento, en el que se detectaron biocidas, que son potencialmente dañinos si se filtran hacia los mantos freáticos, por lo que deben ser tratados<sup>105</sup>.
- En un estudio publicado el 20 de abril de 2015 en la revista *Applied Geochemistry* (Q1)<sup>106</sup>, se encontraron químicos orgánicos (incluyendo benceno, tolueno, percloroetileno, cloroformo y cloruro de metileno), así como microbios asociados con concentraciones de benceno y acetato en aguas de retorno de trece (13) pozos de esquisto fracturados<sup>107</sup>.
- Investigadores de la Universidad Central de Arkansas realizaron un muestreo de flujos, cuyo análisis permitió detectar alteraciones en comunidades de macroinvertebrados, relacionadas con actividades de perforación y fracturamiento hidráulico, por la presencia de sedimento y clorofila, lo que fue publicado el 7 de mayo de 2015 en la revista *Science of the Total Environment* (Q1)<sup>108</sup>.
- El 5 de junio de 2015, la EPA publicó el borrador de un informe sobre los impactos potenciales del fracking para fuentes de agua potable, en el que se documentaron 457 derrames relacionados con fracturaciones hidráulicas durante más de seis (6) años. Del total de los derrames conocidos, 300 alcanzaron algún compartimiento ambiental, como sería el de las aguas superficiales o subterráneas. La EPA también reconoció que no hay suficientes

<sup>103</sup> "Ferrer, I. & Thurman, E.M. (2015), *Chemical constituents and analytical approaches for hydraulic fracturing waters. Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 5, 18-25, doi: 10.1016/j.teac.2015.01.003". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 37. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>104</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=25349&tip=sid&clean=0>

<sup>105</sup> "Lester, Y., Ferrer, I., Thurman, E. M., Sitterley, K. A., Korak, J. A., Aiken, G., & Linden, K. G. (2015). *Characterization of hydraulic fracturing flowback water in Colorado: Implications for water treatment. Science of the Total Environment*, 512-513, 637-44. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.043". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 35. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>106</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24615&tip=sid&clean=0>

<sup>107</sup> "Akob, D. M., Cozzarelli, I. M., Dunlap, D. S., Rowan, E. L., & Lorah, M. M. (2015). *Organic and inorganic composition and microbiology of produced waters from Pennsylvania shale gas wells. Applied Geochemistry, in press, corrected proofs online April 20. doi: 10.1016/j.apgeochem.2015.04.011*". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 34-35. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>108</sup> "Johnson, E., Austin, B. J., Inlander, E., Gallipeau, C., Evans-White, M. A., & Entekin, S. (2015). *Stream macroinvertebrate communities across a gradient of natural gas development in the Fayetteville Shale. Science of the Total Environment*, 530-531, 323-32. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.05.027". Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 34. CD, folio 77, cuaderno 1.



datos de referencia sobre el agua potable y denotó la falta de estudios metódicos a largo plazo<sup>109</sup>.

- **Para solventar las deficiencias en el conocimiento sobre las condiciones geológicas, los recursos hídricos, la diversidad biológica en Colombia y los efectos del fracturamiento hidráulico sobre la salud humana, se recomienda llevar a cabo uno o varios *proyectos de investigación integral* (“PPII”), concebidos como “*experimentos de naturaleza científica y técnica sujetos a las más estrictas condiciones de diseño, vigilancia, monitoreo y control y [...] de naturaleza temporal*”, que, con la caracterización hidrogeológica y ecosistémica requerida, permitan avanzar hacia la exploración y explotación de YNC con fines comerciales.**

El ingeniero de petróleos John Fernando Escobar Martínez, quien participó en la comisión interdisciplinaria de expertos, declaró que Colombia no está preparada para operaciones masivas de fracturamiento hidráulico, siendo necesario investigar para así obtener el conocimiento científico necesario.

La necesidad de llevar a cabo PPII fue corroborada, así mismo, con el testimonio del ingeniero mecánico José Armando Zamora Reyes<sup>110</sup>, quien también formó parte de la comisión interdisciplinaria de expertos. Si bien, afirmó, en un principio, que los riesgos del fracturamiento hidráulico estaban plenamente identificados; posteriormente manifestó que se requieren más conocimientos para disminuir la incertidumbre sobre la calidad de agua, sismicidad inducida y los impactos en la salud pública. Así mismo, manifestó que los PPII son necesarios para “*conocer los riesgos y los métodos de mitigación*”, verificar su eficacia técnica y, en definitiva, recabar “*información objetiva*”. Agregó que un desarrollo de la fracturación hidráulica ambientalmente seguro debe involucrar al Estado y a las comunidades, y no a la industria de forma exclusiva.

<sup>109</sup> “U.S. EPA. (2015). *Assessment of the potential impacts of hydraulic fracturing for oil and gas on drinking water resources (External review draft)*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-15/047, 2015. Retrieved from <http://cfpub.epa.gov/ncea/hfstudy/recordisplay.cfm?deid=244651>”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 33. CD, folio 77, cuaderno 1.

<sup>110</sup> Ingeniero mecánico de la Universidad de Los Andes, cuenta con un postgrado en ingeniería nuclear y política y economía energética; con una maestría en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, un título superior a la maestría de nivel doctoral, pero aclara que no es doctorado. También es titular de un MBA de negocios del Instituto de Desarrollo de la Administración de Lausana, Suiza, y actualmente se dedica a la investigación, la academia y la consultoría internacional. Fungió como miembro de la Comisión de Expertos que conformó el gobierno nacional.



También formó parte de la comisión interdisciplinaria de expertos el economista Juan Pablo Ruiz Soto<sup>111</sup>, quien declaró que los PPII son necesarios para realizar una “*evaluación integral costo-beneficio*”, la cual “*pretende integrar también aspectos sociales y ambientales que tenemos que de alguna manera hacer compatibles en el momento de la evaluación, para poder llegar a un balance, digamos, más integral y por eso llamamos una evaluación integral costo-beneficio, dónde se consideren todo lo que en economía se llaman las externalidades positivas y negativas*”. Con esto, agregó, el fracturamiento hidráulico no es censurado ni enaltecido, sino que se presenta una “*propuesta de investigación, de generación de conocimiento*”.

Por su parte, el biólogo Miguel Gonzalo Andrade Correa afirmó, en su testimonio, que los PPII, como “*experimento*” precautorio, son necesarios para recabar información sobre la flora y fauna de polígono en el que se desarrolle la actividad de fracturamiento hidráulico; identificar, divulgar y hacer seguimiento a la tecnología de mínimo impacto; y acordar el manejo de riesgos de salud.

La necesidad de contar con más información, recabada en investigaciones científicas empíricas, se apoya, asimismo, en las siguientes publicaciones:

- El 3 de marzo de 2015 fue publicada en el *Journal of Environmental Science and Health Part A* (Q2) una investigación que reunió 21 estudios de caso sobre animales de consumo afectados por la cercanía a instalaciones de fracturamiento hidráulico, en que se encontró que los problemas reproductivos disminuían con el tiempo, mientras los respiratorios y de crecimiento aumentaban. “*Este estudio de caso longitudinal, ilustra la importancia de contar con información epidemiológica detallada a largo plazo sobre los efectos a una exposición química múltiple y también a muchas rutas de exposición que son características de los impactos ambientales por las operaciones de perforación no convencional*”<sup>112</sup>.

<sup>111</sup> El testigo es economista con especialización en estudios ambientales, en teoría económica y una maestría en estudios ambientales de la Universidad Yale, Estados Unidos. Es consultor privado, columnista en el periódico El Espectador e investigador en varias entidades.

<sup>112</sup> “Bamberger, M. & Oswald, R. E. (2015). Long-term impacts of unconventional drilling operations on humans and animal health. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 50, 447-59. doi: 10.1080/10934529.2015.992655”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 80-81. CD, folio 77, cuaderno 1.



- En la revista *Geophysical Research Letters* (Q1)<sup>113</sup> fueron publicados el 6 de marzo de 2015 los resultados de “un análisis cuidadoso y detallado de los datos históricos asociados in situ de mediciones en tiempo real de la actividad sísmica en Oklahoma central realizada mediante sensores sísmicos implementados rápidamente cuando se presenta el temblor, reveló que se reactivaron antiguas fallas responsables de miles de temblores en Oklahoma capaces de causar eventos de sismicidad mayor”. Como herramienta para la toma de decisiones, se recomendó la elaboración de un *mapa de riesgo*.
- El 1<sup>a</sup> de octubre de 2014 fueron publicados en la revista *Applied Energy* (Q1), los resultados de una investigación de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de los Estados Unidos, en la que se *demostró* que operaciones de *fracking* y perforación, durante el invierno, generaron *extremados eventos de ozono*, aún en ausencia de precursores de smog. “*De acuerdo con los estudios, las consecuencias a la salud pública están ‘aún sin valorar’*”.

#### **A manera de síntesis:**

El análisis conjunto e integral de los elementos de juicio que obran en el proceso permitía concluir que, conforme al conocimiento científico, existe la probabilidad de que las operaciones de fracturación hidráulica, para la exploración y explotación de YNC, generen contaminación de las aguas y de la atmósfera, con consecuencias sobre la salud, además de sismicidad inducida.

Con base en experiencias en regiones con una geología y ecosistemas distintos a los que se encuentran en el territorio colombiano, se han identificado unos riesgos ambientales hipotéticos. Sin embargo, no se conocen aún los riesgos que esas operaciones generarían en el ambiente colombiano, para lo cual es necesaria la verificación de las hipótesis existentes, a través de *experimentos científicos*, como lo son los *proyectos piloto de investigación integral* (“PPII”).

No ha concluido, pues, el proceso de investigación científica para la identificación de los riesgos ambientales que las operaciones de fracturamiento hidráulico en YNC ocasionarían en Colombia, cuyos resultados, conforme al artículo 1.6 de la Ley 99 de 1993, deben ser tenidos en cuenta como fundamento de las políticas ambientales. Existe, sin embargo, un principio de certeza científica, así esta no sea absoluta, sobre tales riesgos, lo que da lugar a la aplicación del principio de precaución.

---

<sup>113</sup> <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=27962&tip=sid&clean=0>



Sin concluir ese proceso, requerido en nuestro ordenamiento, fue expedida la Resolución 90341 de 2014, que se basó únicamente en los documentos elaborados por el abogado David Neslin y en un taller, en el que participaron expertos internacionales, con conocimientos sobre los efectos de la fracturación hidráulica en la exploración y explotación de hidrocarburos, como parte del *proyecto de gestión del conocimiento*, que el Ministerio de Minas y Energía adelantó junto a la ANH. Esto fue mencionado expresamente en las consideraciones del Decreto 3004 de 2013, y lo declararon de forma coherente, en este proceso, la geóloga del Ministerio de Minas y Energía, Alejandra Noemí Rodríguez Higuera<sup>114</sup>, quien participó en la elaboración de los actos demandados; y la funcionaria de Ecopetrol, Sandra Liliana Monsalve Jaimes<sup>115</sup>.

Sin embargo, los documentos elaborados por el señor Neslin no provienen de una persona que acredite el conocimiento científico que, al margen del derecho, resulta necesario para sustento de sus conclusiones; tales documentos no fueron sometidos a revisión de pares; tampoco se revelan que hubieran sido preparados conforme a una metodología clara; las afirmaciones que contienen no han sido respaldadas con referencias a investigaciones publicadas en medios científicos reconocidos, ni expresan un nivel de probabilidad o margen de error en relación con la aptitud de los criterios y metodologías para la fracturación hidráulica en YNC que sugiere, para evitar daños ambientales.

Se sustenta la autoridad del autor de dichos documentos solamente en la experiencia que —se afirma— acumula el señor Neslin como director que fue de la Comisión de Petróleo, Gas y Conservación de Colorado; condición que le acreditaría como experto en regulación de la actividad de explotación de YNC, por haber participado en la aprobación de la normativa que en la materia adoptó ese Estado de la Unión Americana atinente en 2008.

No es un hecho cierto, sin embargo, el éxito logrado en materia ambiental por la regulación aprobada en 2008 en el estado de Colorado. Dicho éxito ha sido dado a conocer en este proceso contencioso únicamente por el propio consultor Neslin. Por el contrario, investigaciones publicadas en revistas especializadas que cuentan con

---

<sup>114</sup> La testigo es geóloga de la Universidad Nacional y cuenta con una especialización de Gerencia de Hidrocarburos de la Universidad UIS; así mismo, se ha desempeñado como geóloga y funcionaria del Ministerio de Minas y Energía durante 11 años y al momento de rendir el testimonio fungía como coordinadora del grupo de la Dirección de Hidrocarburos de la entidad.

<sup>115</sup> Ingeniera química y tecnóloga en gestión empresarial, con especialización en seguridad industrial y salud ocupacional; cuenta con una experiencia de 15 años en asuntos ambientales y trabaja actualmente en Ecopetrol S.A., en temas de viabilidad ambiental de proyectos de operaciones de la empresa.



el máximo nivel de visibilidad en la comunidad científica (Q1) y, como tales, han sido sometidas a revisión de pares, han mostrado que:

- En 2011 se produjo en Colorado un sismo inducido por el fracturamiento hidráulico, de 5,3 grados en la escala de Richter<sup>116</sup>.
- En un muestreo tomado de aguas de sitios cercanos a operaciones de fracturamiento hidráulico de dicho estado, en diciembre de 2013, fueron encontrados aditivos empleados en esta técnica extractiva, con propiedades disruptivas endocrinas, *“que interfieren con la actividad hormonal del cuerpo y en muy bajas concentraciones pueden incrementar el riesgo de padecer trastornos en el metabolismo, aparato reproductivo y trastornos neurológicos, especialmente cuando la exposición a éstas se produce dentro de los primeros años de vida”*<sup>117</sup>.
- En 2015, fueron publicados los resultados de una investigación, en la que se realizó un análisis cronológico detallado de patrones vegetales sobre un grupo seleccionado de pozos en Colorado, en el que los investigadores concluyeron que la alteración de los sistemas de plantas y tierra, que se producía con la construcción de pozos de gas y petróleo, requería entre 20 y 50 años para su recuperación<sup>118</sup>.

<sup>116</sup> En un artículo publicado el 15 de septiembre de 2014 en el *Bulletin of the Seismological Society of America* (Q1), científicos del Servicio de Geología de los Estados Unidos *“atribuyeron la inyección de aguas residuales en pozos a la producción de metano en capas de carbón, como la causa en el incremento de la actividad sísmica en Nuevo Mexico y Colorado y en particular, de un sismo que tuvo una magnitud de 5.3 grados en Colorado en el año 2011 –el segundo temblor más largo a la fecha por el cual, hay una evidencia clara de que la secuencia del temblor fue provocada por los fluidos de inyección”*. [“Rubinstein, J. L., Ellsworth, W. L., McGarr, A. & Benz, H. M. (2014). The 2001-present induced earthquake sequence in the Raton Basin of Northern New Mexico and Southern Colorado [abstract]. *Bulletin of the Seismological Society of America*. Retrieved from <http://www.bssaonline.org/content/104/5/2162.abstract?stoc>”. Citado en CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 97. CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>117</sup> En una investigación de la Escuela de Medicina de la Universidad de Missouri, publicada en la revista *Endocrinology* (Q1)<sup>117</sup> el 16 de diciembre de 2013, se recolectaron muestras de agua en sitios cercanos a operaciones de fracturamiento hidráulico en Colorado (EE.UU.), en las que fueron encontrados aditivos empleados en esta técnica extractiva, con propiedades disruptivas endocrinas, *“que interfieren con la actividad hormonal del cuerpo y en muy bajas concentraciones pueden incrementar el riesgo de padecer trastornos en el metabolismo, aparato reproductivo y trastornos neurológicos, especialmente cuando la exposición a éstas se produce dentro de los primeros años de vida”*. [“Kassotis, C. D., Tillitt, D. E., Davis, J. W., Hormann, A. M., & Nagel, S. C. (2013). Estrogen and androgen receptor activities of hydraulic fracturing chemicals and surface and ground water in a drilling-dense region. *Endocrinology*. doi: 10.1210/en.2013-1697”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 47-48. CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>118</sup> El 26 de enero de 2015 fueron publicados en la revista *Ecological Applications* (Q1)<sup>118</sup>, los resultados de un análisis cronológico detallado de patrones vegetales sobre un grupo seleccionado de pozos en Colorado, en el que los investigadores concluyeron que la alteración de los sistemas de plantas y tierra, que se producía con la construcción de pozos de gas y petróleo, requería entre 20 y 50 años para su recuperación, volviendo a la forma en que se encontraban antes de la perforación. [Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF



- En 2013, fueron identificados 77 derrames de actividades de fracturamiento hidráulico, que impactaron el agua subterránea en un condado de Colorado, de los que se tomaron muestras que rebasaban los niveles máximos de tolueno, etilbenceno, xileno y benceno, presentando este último —que es un conocido cancerígeno— un exceso de los límites en el 90% de las muestras<sup>119</sup>.
- En 2012, la Escuela de Salud Pública de Colorado publicó un estudio en el que fueron detectados contaminantes atmosféricos en lugares cercanos a operaciones de fracturamiento hidráulico, *vinculados a* problemas respiratorios, neurológicos y de cáncer<sup>120</sup>;
- En 2012, la Universidad de Colorado en Boudler publicó una investigación realizada en cercanías a operaciones intensivas de perforación, en la que fueron halladas altas concentraciones de contaminantes atmosféricos, que excedían las encontradas en grandes centros urbanos, y constituían un riesgo para la salud humana, por la presencia de benceno, ozono e hidrocarburos no metánicos<sup>121</sup>; y,

---

NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...* CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>119</sup> En una investigación publicada en abril del 2013 en *Journal of the Air & Waste Management Association* (Q2)<sup>119</sup>, fueron identificados 77 derrames que impactaron el agua subterránea en un condado de Colorado (EE. UU.), de los que se tomaron muestras que rebasaban los niveles máximos de tolueno, etilbenceno, xileno y benceno; presentando este último, que es un conocido cancerígeno, un exceso de los límites en el 90% de las muestras. [“Gross, S. A., Avens, H. J., Banducci, A. M., Sahmel, J., Panko, J. M., & Tvermoes, B. E. (2013). *Analysis of BTEX groundwater concentrations from surface spills associated with hydraulic fracturing operations. Journal of the Air & Waste Management Association*, 63(4), 424-432. doi: 10.1080/10962247.2012.759166”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 51. CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>120</sup> En un estudio de la Escuela de Salud Pública de Colorado, publicado el 19 de marzo de 2012 en la revista *Science of the Total Environment* (Q1), fueron detectados contaminantes atmosféricos en lugares cercanos a operaciones de fracturamiento hidráulico, *vinculados a* problemas respiratorios, neurológicos y de cáncer. [“McKenzie, L. M., Witter, R. Z., Newman, L. S., & Adgate, J. L. (2012). *Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources. Science of the Total Environment*, 424, 79-87. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.02.018”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 28. CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>121</sup> El 14 de noviembre de 2014 fue publicado en la revista *Elementa* (Q1)<sup>121</sup>, una investigación de la Universidad de Colorado en Boudler, realizada en cercanías a operaciones intensivas de perforación, en la que fueron encontradas altas concentraciones de contaminantes atmosféricos, que excedían las encontradas en grandes centros urbanos, y generan constituían un riesgo para la salud humana, por la presencia de benceno, ozono e hidrocarburos no metánicos. [“Thompson C. R., Hueber J., & Helmig D. (2014). *Influence of oil and gas emissions on ambient atmospheric non- methane hydrocarbons in residential areas of Northeastern Colorado. Elementa: Science of the Anthropocene*, 2. doi: 10.12952/journal.elementa.000035”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 21. CD, folio 77, cuaderno 1].



- En 2015, investigadores de Colorado publicaron un estudio, que mostró que en las operaciones de perforación y fracturamiento hidráulico se emiten cuatro contaminantes del aire [benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX)] que inhiben el sistema hormonal humano en *concentraciones de exposición del aire muy bajas*<sup>122</sup>.

No tiene así el debido sustento de la autoridad científica, el autor de los documentos en los que se basó el Ministerio de Minas y Energía, para la elaboración del Decreto 3004 de 2013 y la Resolución 90341 de 2014, como parte del *programa de gestión de conocimiento* para ello adelantado, ya que, además de provenir de una persona sin acreditado conocimiento científico, el invocado éxito de su gestión como regulador se advierte infundado o resulta, cuando menos, incierto.

Aparte, en relación con el taller adelantado como componente del *proyecto de gestión de conocimiento*, debe denotarse que en las presentaciones que dan cuenta de aquel, no fueron tenidas en cuenta las especificidades de la geología y diversidad biológica de Colombia, ni la falta de conocimientos hídricos, ecosistémicos e hidrogeológicos, necesarios para identificar los riesgos que el fracturamiento hidráulico de YNC implica en el territorio nacional, y así evitarlos; siendo estas particularidades y falta de conocimientos, lo que hace necesaria la realización de PPII, como “*experimentos de naturaleza científica y técnica sujetos a las más estrictas condiciones de diseño, vigilancia, monitoreo y control*”, para avanzar hacia la explotación comercial de YNC en el país. Así lo dictaminó el comité interdisciplinario de expertos, en el informe aportado por la demandada, y fue corroborado, en este proceso, con los testimonios de miembros del comité y del biólogo Miguel Gonzalo Andrade, así como con los resultados de investigaciones publicadas en revistas del mayor nivel de visibilidad científica.

De esta forma, resulta claro que **el proceso de gestión de conocimiento, que constituyó el fundamento científico de los actos demandados, no se basó en los resultados del proceso de investigación científica**, del que forma parte

---

<sup>122</sup> El 14 de noviembre de 2014 fue publicado en la revista *Elementa* (Q1)<sup>122</sup>, una investigación de la Universidad de Colorado en Boulder, realizada en cercanías a operaciones intensivas de perforación, en la que fueron encontradas altas concentraciones de contaminantes atmosféricos, que excedían las encontradas en grandes centros urbanos, y generan constituían un riesgo para la salud humana, por la presencia de benceno, ozono e hidrocarburos no metánicos. [“Thompson C. R., Hueber J., & Helmig D. (2014). *Influence of oil and gas emissions on ambient atmospheric non-methane hydrocarbons in residential areas of Northeastern Colorado*. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 2. doi: 10.12952/journal.elementa.000035”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSABILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, p. 21. CD, folio 77, cuaderno 1].



fundamental la corroboración experimental de hipótesis, mediante PPIs, como lo requiere el principio de precaución —conforme a su consagración legal en el artículo 1.6 de la Ley 99 de 1993— para avanzar hacia una exploración y explotación comercial de YNC en Colombia. La falta de resultados del proceso de investigación científica, en el que son necesarios los resultados de los PPIs (actualmente en marcha) y, en definitiva, la ausencia de fundamento científico en la Resolución 90341 de 2014, se opone al enunciado inicial del artículo 1.6 de la Ley 99 de 1993

Pero, allende la nuda violación del artículo 1.6 en comento, para que pueda predicarse desconocimiento del principio de precaución resulta necesario verificar si existía un peligro de daño **grave e irreversible** para el medio ambiente que obligara a las autoridades, para el caso a las autoridades regulatorias, a la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación de aquel, tal y como lo demandan los artículos 79 y 80 de la Constitución Política, normas superiores que establecen los deberes del Estado de proteger la integridad del ambiente, de garantizar el desarrollo sostenible y de prevenir los factores de deterioro ambiental.

Pues bien, en primer lugar, la escasez y contaminación del recurso hídrico tiene unos efectos nocivos directos sobre la colectividad, en cuanto compromete el suministro de agua, necesario para la satisfacción de esta evidente necesidad humana. En la jurisprudencia de esta Corporación<sup>123</sup>, en línea con la de la Corte Constitucional<sup>124</sup>, se ha considerado que el derecho al agua potable es de carácter fundamental y colectivo, así como un derecho humano, correspondiéndole al Estado garantizar su disponibilidad calidad, asequibilidad y aceptabilidad.

En tal conceptualización del derecho al agua, se ha tomado en consideración que — como lo manifestó el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas<sup>125</sup>— esta “*es indispensable para vivir dignamente y es condición previa para la realización de otros derechos humanos*”. En este sentido, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos ha expresado que:

<sup>123</sup> CONSEJO DE ESTADO, Sección Primera, sentencias del 7 de mayo de 2015, rad. núm. 85001-23-33-000-2014-00216-01(AC); del 19 de octubre de 2018, rad. núm. 73001-23-33-004-2014-00337-01; del 20 de febrero de 2020, rad. núm. 05001-23-33-000-2015-02436-01(AC); y del 3 de junio de 2021, rad. núm. 15001-23-33-000-2010-01320-01 (AP). Sección Tercera, Subsección B, sentencia del 8 de junio de 2017, rad. núm. 73001-23-31-000-2008-00076-01(41233). Sala 22 Especial de Decisión, sentencia del 28 de agosto de 2020, rad. núm. 11001-03-15-000-2020-01146-00. Sala 17 Especial de Decisión, sentencia del 18 de agosto de 2020, rad. núm. 11001-03-15-000-2020-02083-00; y del 31 de julio de 2020, rad. núms. 11001-03-15-000-2020-01768-00 y 11001-03-15-000-2020-02180-0. Sala 10 Especial de Decisión, sentencia del 13 de agosto de 2020, rad. núm. 11001-03-15-000-2020-01058-00.

<sup>124</sup> Sentencias C-369 de 2019 y C-220 de 2011, entre otras.

<sup>125</sup> Observación general N° 15 (2002), E/C.12/2002/11, 20 de enero de 2003.



“[...] el acceso al agua se encuentra estrechamente vinculado al respeto y garantía de varios derechos humanos, tales como el derecho a la vida, a la integridad personal y al principio de igualdad y no discriminación, entre otros. En ese contexto, la Comisión advierte que la falta de acceso al agua afecta a los grupos, personas y colectividades históricamente discriminadas, tales como mujeres, niños, niñas y adolescentes, pueblos y comunidades indígenas, afrodescendientes, poblaciones rurales y urbanizadas en asentamientos precarios, personas privadas de libertad, personas con discapacidad, adultos mayores, entre otros. Asimismo, una situación de especial preocupación para la CIDH se refiere a las consecuencias de la pobreza y la pobreza extrema en las Américas; en el ámbito internacional se ha reconocido que las personas que viven en situación de pobreza sufren de manera desproporcionada las consecuencias de la obstaculización del acceso al agua y a un saneamiento adecuado, lo que repercute de manera agravada en el goce de sus derechos económicos, sociales y culturales, limitando así las posibilidades de salir de la pobreza y romper el círculo de la exclusión y desigualdad<sup>126</sup>.

La CIDH observa con preocupación que la información disponible indica que la falta de agua potable y de saneamiento es considerada la segunda causa principal de morbilidad y mortalidad en niños y niñas menores de 5 años en el hemisferio<sup>127</sup>. Por ello, el acceso a agua de calidad, es decir salubre y apta para el uso y consumo humano, es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo, cocina, higiene personal y doméstica<sup>128</sup><sup>129</sup>.

De esta forma, el daño al medio ambiente sano, por uso y contaminación del agua, como el que se produciría con operaciones de fracturamiento hidráulico en YNC sin el conocimiento requerido de los acuíferos y las cuencas hídricas, tiene un carácter pluriofensivo, en cuanto revierte en la garantía de otros derechos humanos, que en el ordenamiento colombiano tiene el carácter de fundamentales, como lo son el derecho a la vida, a la integridad personal y a la igualdad<sup>130</sup>. Esto, además, afectaría particularmente a las mujeres, a las personas de tercera edad, discapacitadas, a las comunidades indígenas y a los niños, que son sujetos de especial protección constitucional<sup>131</sup>. A la luz de estos intereses jurídicos, se devela la gravedad de este riesgo ambiental sobre el recurso hídrico.

<sup>126</sup> ONU, *Los Principios Rectores sobre la Extrema Pobreza y los Derechos Humanos*, párr.77».

<sup>127</sup> OPS, *Preparar a la Región de las Américas para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible sobre la salud*, pág. 23».

<sup>128</sup> Organización de Naciones Unidas (ONU), *Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, Observación General No. 15*, párr. 2».

<sup>129</sup> COMISIÓN INTERAMERICANA DE DERECHOS HUMANOS, *Informe Anual 2015*, Cap. IV. A, aptados. 7 y 8.

<sup>130</sup> CONSTITUCIÓN POLÍTICA, artículos 11, 12 y 13.

<sup>131</sup> CONSTITUCIÓN POLÍTICA, artículos 43, 44, 46, 47, 310 inc. 4º, artículo 330 párrafo,



Además de entrar en competencia por los usos de agua con actividades agrícolas, la contaminación producida puede afectar la salud de los animales<sup>132</sup>, afectando la producción pecuaria y la diversidad biológica, que en Colombia tiene una riqueza y características particulares, que difiere de la de los demás países en los que se han realizado operaciones de fracturamiento hidráulico en YNC. De esa forma, la contaminación hídrica repercute en la diversidad biológica, que se encuentra amenazada en el país, y es un componente fundamental de los ecosistemas, que brindan los *servicios* necesarios para soportar la vida y los requerimientos humanos<sup>133</sup>. De esta forma, la afectación sobre el recurso hídrico revierte sobre la producción agrícola y la diversidad biológica, que son intereses jurídicos tutelados expresamente en la Constitución colombiana<sup>134</sup> y por la ley<sup>135</sup>, en la que se considera patrimonio nacional y de interés de la humanidad, lo que intensifica la gravedad jurídica del daño.

No puede pasarse por alto que, sin embargo, las afectaciones a la salud humana por contaminación de las aguas se han producido, principalmente, por operaciones de fracturamiento hidráulico en YNC a gran escala<sup>136</sup>. Es pues, en actividades de amplia magnitud, como las que se producen con la exploración y explotación comercial de YNC, con las que se genera un **riesgo ambiental grave**. En razón a ello, el comité interdisciplinario de expertos, en el trabajo realizado para el Gobierno Nacional, dictaminó que la información hidrogeológica y ecosistémica detallada es

<sup>132</sup> Aptado. 4.4.2.1.17.

<sup>133</sup> "Los servicios ecosistémicos han sido definidos en 'La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio' (2005) como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas sean económicos o culturales. La biodiversidad soporta una gran variedad de ellos que pueden ser: || Servicios de apoyo, por ejemplo, formación del suelo, ciclo de los nutrientes, producción primaria. || Servicios de aprovisionamiento, por ejemplo, alimentos, agua potable, leña, fibra, productos químicos biológicos, recursos genéticos. El caso más emblemático en Colombia es probablemente el de los páramos, ecosistemas que representan menos del 2% del territorio colombiano pero que aportan agua al 70% de la población. || Servicios de regulación, por ejemplo, regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua, polinización. || Servicios culturales, por ejemplo, espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación, herencia cultural. || Todos estos beneficios que recibe la sociedad son posibles gracias a la biodiversidad y sus ecosistemas, y de ellos depende el bienestar de las generaciones presentes y futuras en el planeta". INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT: <http://www.humboldt.org.co/es/biodiversidad/que-es-la-biodiversidad>

<sup>134</sup> CONSTITUCIÓN POLÍTICA. "Artículo 65. La producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también a la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras. [...] Artículo 79. [...] Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines".

<sup>135</sup> LEY 99 DE 1993. "Artículo 1. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: [...] 2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible".

<sup>136</sup> Aptado. 4.4.2.1.11.



necesaria, así como la realización de PPII, es necesaria para avanzar hacia la exploración y explotación con fines comerciales.

Ahora bien, con la afectación a la infancia por contaminación del agua, que según la Comisión IHD es más intensa<sup>137</sup>, se pone en riesgo a las generaciones futuras. Este riesgo se desprende, además de la afectación al aparato reproductivo humano, que se produce por la contaminación con los aditivos empleados para el fracturamiento hidráulico, en el que son empleadas sustancias con propiedades disruptivas endocrinas<sup>138</sup>; así como por los defectos cardíacos congénitos, que se han detectado por la presencia de teratogénicos en cercanías a operaciones de fracturamiento hidráulico<sup>139</sup>.

Por otra parte, existe evidencia científica de que las afectaciones que se producen por contaminación del recurso hídrico requieren entre 20 y 50 años para su recuperación, volviendo a la forma en que se encontraban antes de la perforación<sup>140</sup>. Incluso, se ha afirmado que los efectos pueden llegar a ser permanentes<sup>141</sup> y que su eliminación en el acuífero es difícil y prolongada, y, en todo caso, no resulta posible sin un monitoreo adecuado, con el que se identifique la severidad del daño<sup>142</sup>. De cualquier manera, es permanente el rompimiento del ciclo de agua que se produce con la disposición de aguas de producción en el subsuelo, que nunca retornan a la superficie y, por tanto, no pueden ser depuradas en su ciclo natural<sup>143</sup>.

De esta forma, al extenderse a las generaciones futuras los efectos de los daños ambientales eventuales que se ocasionarían con un fracturamiento hidráulico a escala comercial, sin los conocimientos que permitan un monitoreo adecuado, el riesgo tiene un **carácter irreversible**.

---

<sup>137</sup> Aptado. 4.6.1.

<sup>138</sup> Aptado. 4.4.2.1.3.

<sup>139</sup> Aptado. 4.4.2.1.4.

<sup>140</sup> Aptado. 4.4.2.1.12.

<sup>141</sup> En una investigación publicada en la revista *Science* (Q1) el 24 de abril de 2015, se detectó que, con la fracturación en 50.000 pozos de YNC en los Estados Unidos durante 15 años, fueron ocupadas cerca de 3'000.000 hectáreas, lo que ha repercutido en la pérdida de servicios de los ecosistemas, «tales como la producción de alimentos, biodiversidad, hábitats de vida silvestre y su pérdida "es probablemente de larga duración y potencialmente permanente"». [“Allred, B. W., Kolby Smith, W., Tridwell, D., Haggerty, J. H., Running, S. W., Naugle, D. E., & Fuhlendorf, S. D. (2015). *Ecosystem services lost to oil and gas in North America*. *Science*, 348 (6233), 401-402”. Citado en: CONCERNED HEALTH PROFESSIONALS OF NEW YORK, PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSIBILITY y HEINRICH BÖLL STIFTUNG, *Compendio de Hallazgos Científicos...*, pp. 114-115. CD, folio 77, cuaderno 1].

<sup>142</sup> Aptados. 4.2.5 y 4.4.2.

<sup>143</sup> Aptado. 4.4.1.



En este orden de ideas, no queda más que concluir que un conocimiento hidrogeológico y ecosistémico detallado, como el mencionado anteriormente, resulta necesario para realizar una labor de fiscalización que atienda a unos criterios de eficiencia ambiental, y permita evitar y controlar los factores de deterioro ambiental grave e irreversible, como le corresponde al Ministerio de Minas y Energía, de acuerdo con los artículos 79 y 80 de la Constitución y el artículo 13 de la Ley 1530 de 2012; lo que dio lugar a la Resolución 90341 de 2014, cuya validez es examinada en el *sub lite*.

Sin tales conocimientos, además, no puede determinarse la prioridad para el uso de aguas, con fines de consumo humano, satisfacción de necesidades domésticas de interés comunitario e individuales y producción de alimentos, que imponen a la Administración el artículo 65 de la Constitución, en concordancia con los artículos 9.d), 48 y 49 del CNRN<sup>144</sup>, y el artículo 2.2.1.1.2.3 del Decreto 1076 de 2015, referido, en su testimonio, por la funcionaria de Ecopetrol, Sandra Liliana Monsalve Jaime. En consecuencia, contrario a lo considerado por la mayoría de la Sección, a mi juicio, se imponía, en este asunto, la declaración de la nulidad de los actos demandados, en su integridad.

En esos términos, con todo respeto, dejo sentado mi salvamento de voto.

**JAIME ENRIQUE RODRIGUEZ NAVAS**  
**Magistrado**  
**Firmado electrónicamente**

---

<sup>144</sup> "Artículo 9°. El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios: [...] d). Los diversos usos que pueda tener un recurso natural estarán sujetos a las prioridades que se determinen y deben ser realizados coordinadamente para que se puedan cumplir los principios enunciados en los ordinales precedentes. [...] Artículo 48. Además de las normas especiales contenidas en el presente libro, al determinar prioridades para el aprovechamiento de las diversas categorías de recursos naturales se tendrán en cuenta la conveniencia de la preservación ambiental, la necesidad de mantener suficientes reservas de recursos cuya escasez fuere o pudiese llegar a ser crítica y la circunstancia de los beneficios y costos económicos y sociales de cada proyecto. || Artículo 49. Las prioridades referentes a los diversos usos y al otorgamiento de permisos, concesiones o autorizaciones sobre un mismo recurso serán señaladas previamente como carácter general y para cada región del país, según necesidades de orden ecológico, económico y social. || Deberá siempre tenerse en cuenta la necesidad de atender a la subsistencia de los moradores de la región y a su desarrollo económico y social".



---

Radicación número: 05011001-03-26-000-2016-00140-00 (57819)  
Demandante: Esteban Antonio Lagos González