

**EL DILEMA DE LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS
PROVENIENTES DE YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES EN
COLOMBIA: LECCIONES APRENDIDAS DEL CASO ARGENTINO**

Stefanny Camacho Galindo



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

**MAESTRÍA EN DERECHO, FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS
POLÍTICAS Y SOCIALES UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

Bogotá D.C., Mayo de 2023

Contenido	
Introducción	3
Objetivo General	6
Objetivos específicos	6
Pregunta de investigación	6
Diseño metodológico	7
I Capitulo explicativo: Fracturamiento hidráulico	7
II Capitulo: Contexto Internacional	13
Contexto Europeo	13
Francia	15
Europa del Este y Bulgaria	19
Alemania	21
Polonia	21
Contexto Asiático	22
Contexto Africano	23
Argelia	23
Túnez	24
Contexto Noteramericano: Texas, Oklahoma y Pensilvania vs. Jersey, Vermont y Nueva York	25
III Capitulo: Contexto Latinoamericano y Argentino	28
Ecuador y Bolivia	29
Historia de la política petrolera Argentina	33
La crisis energética y social de la Argentina	38
Argentina como estado federal	41
IV Capitulo: Comparación con el caso colombiano	43
Historia de la política petrolera colombiana	44
Proyectos Actuales y Futuras Perspectivas	52
Marco Normativo Nacional en Colombia	53
Marco Constitucional y Respuesta del Gobierno Nacional	56
Procedimientos de Licenciamiento y Control Ambiental: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	57
Desarrollo Reciente y Controversias	59
Análisis	62
Conclusiones	71

Introducción

Hoy en día aproximadamente el 60% de la energía que es consumida en el mundo proviene de hidrocarburos. La producción en América latina y el caribe es 8,4 y 4,9% para petróleo y gas respectivamente, cabe resaltar que esta región tiene 19,5% y 4,2% de las reservas probadas de petróleo y gas del mundo, respectivamente. Estas reservas clasifican como "probadas" porque han sido evaluadas a través de métodos de exploración y producción, y gracias pruebas geológicas y de ingeniería se confirma la existencia de estas reservas (BP, 2018; US Energy Information Administration, 2018).

Teniendo en cuenta el contexto expuesto, es indispensable que los países latinoamericanos involucren reservas de hidrocarburos que aporten autosuficiencia, para soportar la demanda interna de cada país y generar lucros fiscales para su desarrollo (Moser, 2001; Ochoa, María Andreína Moros, et al., 2016). Debido a esta necesidad y gracias a avances tecnológicos se ha investigado más en la exploración y explotación de nuevos *plays*¹; y es justo aquí donde entran a la conversación y agenda minera y política lo que se conocimiento como yacimientos no convencionales o YNC como se mencionará en todo el documento. Estos YNC desempeñan un papel importante, debido a su abundancia en en Suramérica, además podrían constituir la mayor fuente de recursos fósiles de la región. (Oraki Kohshou, Iman, et al., 2016) (Dhuldhoya, Karan, and Ron Dusterhoft., 2017).

¹ Grupo de campos y/o prospectos en un área específica que comparten características geológicas similares, tales como la roca de reservorio, el sello, la roca generadora y el tipo de trampa.

En esta investigación se realizará una revisión jurídica respecto a este tipo de exploraciones y explotaciones a nivel mundial. Inicialmente se realizará una revisión breve del contexto internacional, países en los cuales se ha prohibido o permitido la exploración y explotación del fracking, aquí se abordarán los principios por los cuales en países europeos como Francia y Bulgaria está prohibido este tipo de exploración y explotación, pero además la contraparte que apoya este tipo de técnicas basados en la soberanía energética de los países; se analizará el contexto jurídico latinoamericano, específicamente del caso Argentino y Colombiano, debido a que Argentina actualmente cuenta con un adelanto de exploración y explotación con este tipo de técnica, lo que lo hace resaltar en el contexto latinoamericano, y se comparará con el marco jurídico colombiano, que por la presidencia actual ha tenido unos cambios sustanciales en los últimos años.

Los países suramericanos: Argentina y Colombia tiene un gran común denominador y es su potencial para exploración y producción de YNC; pero hoy en día tienen marcadas diferencias en la normatividad jurídica que regula esta práctica, estas diferencias son principalmente porque la exploración y producción de YNC precisa de una técnica, conocida como fracturamiento hidráulico o fracking, esta técnica a nivel global ha estado en debates medio ambientales y de salud pública, debido a sus impactos negativos en estos componentes. Colombia había avanzado con la aprobación de una licencia ambiental para explotación de estos recursos: El proyecto Kalé en 2022, pero debido al cambio de gobierno en el año 2022, se han frenado los dos únicos proyectos piloto en el país (CEPAL, UN., 2018) (ANLA., 2022) (Arroyo, A., & Perdriel, A., 2014).

Mientras que la República de Argentina es un país que actualmente permite esta técnica, y realiza explotación en una zona argentina conocida como Vaca Muerta, esta es una

formación de esquisto y es considerada una de las reservas de YNC más grandes del mundo, ubicada principalmente en la provincia de Neuquén, y otras como Río Negro, una parte de Mendoza y La Pampa. Esta explotación ha sido crucial para el desarrollo de la política energética del país, debido a que el contexto de este país suramericano requiere parar la dependencia de importaciones de energía, requiere generar empleos y crecer económicamente (Acacio, J. A., & Wyczykier, G. 2021).

La explotación de Vaca Muerta ha atraído impactos positivos en la economía argentina, como inversión de empresas energéticas nacionales e internacionales. Si bien es cierto el Gobierno argentino ha regulado y supervisado la técnica del fracking, con el objetivo de mitigar sus impactos negativos, aún existen vacíos frente a ciertos impactos negativos al medio ambiente y la salud humana. En el caso colombiano, a pesar del avance científico y jurídico de esta técnica, se han establecido regulaciones que permitan controlar y monitorear la técnica del fracking, pero aún existen grandes interrogantes sobre si es posible alcanzar una explotación responsable y sostenible de estos recursos no convencionales.

La discusión en ambos países es un tema de debate social, ambiental, energético y político, que hoy presenta opiniones encontradas y además obliga a los países a decidir a qué agenda darle prioridad.

Esta revisión pretende abordar las diferencias sustanciales entre ambos países, la necesidad o no necesidad de construcción de consensos en este tipo de proyectos de energía, así como la necesidad de una revisión del marco legal para superar las falencias actuales y avanzar hacia un desarrollo sostenible y responsable, sea con la exploración de YNC en Colombia, o la prohibición de estos.

Objetivo General

Analizar el marco regulatorio ambiental relacionado con la legislación sobre la exploración y producción de yacimientos no convencionales en Colombia y Argentina, con el objetivo de identificar las diferencias y similitudes legales, así como para entender y evaluar qué enfoque podría resultar más efectivo para la protección del medio ambiente y la sostenibilidad.

Objetivos específicos

- Analizar el marco normativo colombiano para la producción de petróleo y gas de YNC a la luz de la Ley 2128 de 2021, identificando cómo esta ley promueve el abastecimiento del gas combustible en el país.
- Examinar la experiencia regulatoria de Argentina en la producción de petróleo y gas de YNC, con énfasis en las leyes y políticas ambientales que afectan esta actividad.
- Comparar las diferencias jurídicas entre el marco normativo colombiano y argentino en relación con la producción de YNC, destacando las variaciones en requisitos legales, procedimientos y mecanismos de control.
- Evaluar cómo las diferencias en la legislación entre Colombia y Argentina impactan la gestión ambiental y la sostenibilidad en la producción de yacimientos no convencionales.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las diferencias legales en Colombia en relación con la producción de petróleo y gas de yacimientos no convencionales, considerando la experiencia en este tipo de producción en Argentina?

Diseño metodológico

La metodología general de esta tesis se centra en la recopilación y análisis de datos provenientes de artículos, legislaciones, tesis, disertaciones, periódicos y fuentes secundarias, manteniendo siempre una revisión crítica y rigurosa de los temas abordados. Asimismo, se llevará a cabo una investigación descriptiva y explicativa sobre las instituciones nacionales de ambos países, con el fin de determinar el estado actual y las perspectivas de los recursos no convencionales. Además, se explorarán los antecedentes y las nuevas tendencias en las tecnologías empleadas para la explotación de estos recursos.

I Capítulo explicativo: Fracturamiento hidráulico.

En este capítulo se presentan diversas definiciones sobre los procesos relacionados con la industria del petróleo y gas, así como la distinción entre yacimientos de hidrocarburos convencionales y no convencionales. También se aborda el procedimiento general para la exploración y extracción de YNC, además de los distintos tipos que existen, todo esto con el propósito de contextualizar el debate y las controversias sociales, ambientales y legales a nivel global sobre este tipo de actividades.

Para empezar, es importante definir qué se entiende por un YNC. Se trata de aquel que presenta características como porosidad, permeabilidad o mecanismos de entrapamiento que son diferentes a los de los yacimientos convencionales (García, C. L., 2014). Aunque los hidrocarburos convencionales y no convencionales son iguales en composición y origen, la diferencia radica en las rocas que los contienen y en los métodos de extracción. Los hidrocarburos convencionales han migrado hacia rocas reservorio que son permeables, mientras que los no convencionales se encuentran en la roca madre del sistema,

lo que significa que no están situados en rocas porosas y permeables y no pueden fluir sin algún tipo de intervención, lo que complica su extracción (Borbón Bonilla, C. 2015).

Algunos de los YNC son: **Gas esquisto o lutita; tight gas; oil shale; petróleo pesado; shale oil; coal bed methane; arenas bitumionas; petróleo en arenas compactadas; e hidratos de gas.**

Para llevar a cabo la exploración y extracción de estos recursos, se emplea la técnica de fracturamiento hidráulico o fracking. En la fase de exploración, se lleva a cabo la perforación exploratoria, que implica crear un agujero vertical en el subsuelo, alcanzando profundidades que oscilan entre 3 y 6 kilómetros. El objetivo es llegar a formaciones que se consideran potencialmente productivas y que pueden contener hidrocarburos como petróleo, gas, condensados o una combinación de estos (Llantén, J., & Acosta, A., 2020). Una vez que se ha alcanzado la profundidad adecuada, se inicia la perforación horizontal. El objetivo de perforar estos pozos exploratorios es verificar la existencia de estructuras que puedan actuar como yacimientos. Además, se llevan a cabo pozos de extensión para determinar el tamaño del yacimiento.

A continuación, se procede a la fase de explotación, en la cual se coloca una tubería de acero y se inyecta cemento entre esta y las paredes del pozo para aislarlo de las formaciones rocosas y acuíferos que se hayan encontrado. Una vez completado el aislamiento, se utilizan cargas explosivas para perforar la tubería, y se inyecta agua a alta presión junto con varios aditivos, que permitirán obtener un fluido adecuado para iniciar y propagar la fractura. Este fluido se dirigirá al equipo de bombeo para ser extraído del pozo (García, C. L., 2014). La formulación del fluido consiste en un 90 % de solución base, un 9,5 % de agente apuntalante y un 0,5 % de aditivos químicos (Charry-Ocampo, S., 2018).

El propósito es crear nuevas fracturas en la formación y ampliar las que ya existen. El fluido comienza a ejercer presión sobre la roca a través de los conductos formados por los explosivos, y cuando se supera la presión necesaria para fracturarla, se generan grietas. La presión aplicada para fracturar la roca debe ser superior a las tensiones ejercidas por las fuerzas geológicas en el yacimiento, pero debe mantenerse dentro de los límites de presión del pozo y del equipo de fracturación. Esta operación puede realizarse hasta 15 veces en cada sección, utilizando aditivos específicos según el caso. Uno de los aditivos más comunes es la arena, que, al quedar atrapada en las grietas, las mantiene abiertas y evita que se cierren una vez que se detiene la presurización de la formación (Urresti, A., & Marcellesi, F. 2012).

Es importante señalar que alrededor de este tipo de exploración y explotación se encuentran opiniones enfrentadas que envuelven al medio ambiental, social y político. Por una parte, existen autores que enlistan diversos impactos ambientales que afectan al medio abiótico, biótico, además de tener antecedentes de países que han decidido prohibirlo por principio de precaución.

Hay ejemplos de otros países que han decidido prohibir la exploración y explotación de recursos a través de la fracturación hidráulica debido a preocupaciones por los serios impactos ambientales y riesgos para la salud humana. Según AIDA² (2019), en Francia se aprobó el 13 de julio de 2011 la Ley 2011-835, que prohíbe dicha práctica. Bulgaria se convirtió en el segundo país europeo en establecer esta prohibición. Además, lugares como Tasmania en Australia, la provincia de Quebec en Canadá, y varios estados de Estados Unidos, como Vermont, Nueva York, Maryland, Monterey, Pittsburgh, así como las comunidades indígenas Chippewa de Turtle Mountain y Banda Oriental de los Cherokee, también han implementado restricciones similares.

Los detractores del fracking señalan afectaciones graves a la calidad del aire, Guerrero (2021) señala que a este tipo de extracción se le atribuye emisión de gases y de polvo sílice, esta práctica contribuye con más de la mitad de aumento de emisiones de los combustibles fósiles, y origina gases primarios y secundarios con potencialidad de contaminar la atmósfera, gases como metano, que tiene incidencia en el calentamiento global; gas radioactivo radón, que representa un alto riesgo para la salud humana, y otros de interés como sulfuro de hidrógeno, monóxido de hidrogeno, vapores tóxicos, así como también hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).

En estos países, el impacto podría ser más significativo debido al uso de combustibles de baja calidad o con altos niveles de contaminantes que perjudican la salud, como el azufre. Además, Bunch et al. (2014) señala que las emisiones de metano de origen humano más elevadas en Estados Unidos provienen de la extracción y el transporte de gas, lo que compromete la calidad del aire en la zona.

Black, K; et al (2021) señalan que estas operaciones pueden contaminar las aguas subterráneas y superficiales, esta contaminación puede producirse en cualquier etapa, teniendo en cuenta que para las fracturas se inyectan agua y aditivos químicos, los autores agregan que diferentes estudios han indicado que se han identificado 1084 sustancias químicas que son exclusivas para el uso de fracturación hidráulica; de acuerdo con Pinto, J; Idrovo, A (2019) estas sustancias pueden ser tóxicas para el ser humano; los autores además señalan que se debe prestar atención a las concesiones que se realicen a este tipo de proyectos con el uso de algunos químicos en Colombia, que se han prohibido en otros países. Estudios recientes también encuentran un aumento causal en los contaminantes del agua potable de fuentes públicas de agua subterránea cerca de este tipo de explotación en Pensilvania, EE.

UU.; además que esto ha generado que las personas perciban el riesgo sobre la contaminación del agua, pues las viviendas cercanas a esta explotación se venden con descuentos del 9% al 17% aproximadamente.

Los detractores del fracking no solamente se enfocan en los impactos ocasionados en la atmósfera y el agua, también se han abordados impactos geomorfológicos, Pinto, J; Idrovo, A (2019) señalan que este tipo de explotación ocasiona sismos por la reinyección del agua extraída del subsuelo en forma continua y acelerada, pueden ocasionar sismos de Richter entre 1 y 2, y sismos menores y de baja magnitud de Richter 3 y 4. Además el autor señala que se corre más riesgo cuando se realiza cercano a fallas geológicas.

Este tipo de exploración y explotación ha llegado a ser tan polémica, que, en países latinoamericanos, como en Colombia, se han establecidos mecanismos de participación ciudadana para consulta de exploración de esta técnica, en algunos municipios y ciudades del país. Estos mecanismos de participación han surgido por la Ley 134 de 1994, en donde la participación ciudadana se percibe como un derecho y un mecanismo, llegando a ser una herramienta para proteger derechos ambientales, políticos, culturales y económicos. Resultado de organizaciones comunitarias y estas consultas de participación se han prohibido proyectos de exploración con fracking y de minería a cielo abierto en el municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia. (Forero, R; 2020).

Por otro lado, existe la contraparte que defiende esta práctica, especialmente por considerarse una gran ventaja económico en países con bajas reservas de petróleo, como lo menciona Ortega, A; Marín, D (2020) en el artículo titulado: *Fracking como garantía de Seguridad Energética en países con bajas reservas de petróleo convencional*, en donde concluyen que la técnica de la fracturación hidráulica ha tomado gran importancia, en la

industria y en el desarrollo económico de los países, y se ha convertido en una ventaja competitiva económica, energética e incluso social.

Asimismo, la Royal Society, en su estudio titulado *Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing*, afirma que es poco probable que esta técnica cause contaminación en los acuíferos localizados en capas superiores. En caso de que los productos químicos utilizados en el proceso de extracción lleguen a dichos acuíferos, la presión generada dificulta el movimiento de los contaminantes. Además, el informe enfatiza la necesidad de llevar a cabo evaluaciones de riesgo ambiental obligatorias durante todo el ciclo de vida de las actividades de extracción. También señala que, aunque existen peligros potenciales para el medio ambiente y la salud humana, similares a los que pueden presentarse en cualquier proceso de exploración y extracción, ya sea convencional o no convencional, es fundamental que estos riesgos se manejen de acuerdo con normativas estrictas. Tales proyectos pueden ser factibles siempre que haya una regulación adecuada y se realice una investigación sobre la aceptación pública de la extracción y uso del gas de esquisto, teniendo en cuenta las políticas energéticas, climáticas y económicas del Reino Unido (The Royal Society, 2012).

Adicionalmente **United States Environmental Protection Agency (EPA)**: En su informe "Assessment of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing for Oil and Gas on Drinking Water Resources" (2016), la EPA concluyó que el fracking puede contaminar los recursos de agua potable, pero la magnitud de esos impactos varía dependiendo de las circunstancias y las prácticas de manejo utilizadas. También destacó la importancia de regulaciones adecuadas para mitigar riesgos (U.S. Environmental Protection Agency, 2016).

Además, es esencial comprender los aspectos clave de la industria de los hidrocarburos para detectar posibles lagunas en la legislación ambiental relacionada con la extracción de estos recursos. Estas lagunas reflejan la falta de claridad en las posturas de los gobiernos y las entidades involucradas respecto a la exploración y producción no convencional. Asimismo, no establecen procedimientos definidos para otorgar permisos de exploración y explotación, abordar los impactos ambientales, involucrar y consultar a las comunidades, así como desarrollar planes de compensación, entre otros.

II Capítulo: Contexto Internacional

De acuerdo con Bomberg, E (2013) Se han identificado enormes yacimientos de gas en Norteamérica, Europa, China y África. En este capítulo se abordará el contexto jurídico internacional de la Unión Europea, algunos países de Asia, África y Norteamérica.

Contexto Europeo

De acuerdo con en Europa actualmente no existe explotación de YNC, pero si se ha realizado exploración, además resalta que una de las principales razones por las que este tipo de técnica no ha funcionado en Europa en relación con Estados Unidos es la legislación, debido a que, en este último el propietario del suelo, también es propietario del subsuelo. (Porta Arranz, C. 2023).

Francia y Polonia, poseen aproximadamente el 45% de los recursos de gas de esquisto. Sin embargo, la intención de reducir la dependencia de importaciones rusas y lograr alcanzar el carbono cero ha llevado a reconsiderar la producción de estos recursos debido a las alteraciones ambientales negativas asociados con la fracturación hidráulica. Por este motivo podría explicarse la prohibición de fracking en Bulgaria y Francia. (Liew, M. S.,

Kamaluddeen, U. D., & Noor Amila Wan, A. Z., 2020), por tal razón el continente europeo resalta sobre los demás porque aquí se localiza el primer país en prohibir el fracking.

De acuerdo con Rogel, E. M., et al. (2019) las reservas de gas esquisto están extendidas por Europa, existen importantes reservas en Francia, Ucrania, Bulgaria, Polonia, Rumania, Alemania, y Reino Unido. Además, Cremonese, L, et al (2015) señala que podría reportar grandes beneficios la explotación, pero que siguen existiendo preocupaciones frente a riesgos medioambientales.

La “Hoja de Ruta de la Energía para 2050”, elaborada por la Comisión Europea, describe la importancia del gas esquistos y otros recursos de YNC como recientes fuentes de combustible. (Carbonell, E. M. 2012). Ya se ha evidenciado a lo largo de esta investigación que este tipo de exploración en el continente europeo o latinoamericano representa una oportunidad económica interesante, pero ahora se debe analizar el marco legal europeo frente a este tipo de exploración.

Algunos países en Europa apoyan la utilización de esta técnica argumentando sus ventajas económicas en aspectos como la seguridad energética, los precios, la generación de empleo y los ingresos. Europa se enfrenta a la disyuntiva de optar entre continuar con la explotación intensiva de esta técnica o avanzar hacia una transición energética que priorice el uso de fuentes renovables, como la solar, eólica y geotérmica (Rogel, E. M., et al., 2019).

Para empezar a hablar de las corrientes actuales en Europa, se empezará a hablar del primer país en la Unión Europea en prohibir este tipo de exploración y explotación: Francia

Francia

Paradójicamente fue el primer país en dar vía libre a la exploración de YNC en cabeza del gobierno de Nicholas Sarkozy, pero más tarde se convirtió en la primera prohibición mundial del fracking. El contexto jurídico de este país se remonta a 1994, año en el cual se eliminó la consulta pública relacionada con la autorización o vía libre para este tipo de proyectos, debido a que pretendían facilitar la investigación del valor potencial de los recursos naturales, este tipo de consulta pública solamente se desarrollaba cuando la exploración arrojaba que era viable la explotación, solamente en ese momento se exigía esta consulta junto con una evaluación de impacto ambiental rigurosa. (Wang, Y., & Hefley, W. E. (Eds.), 2016).

Por tal razón este movimiento anti-fracking nace a partir del marzo de 2010, cuando el actual Ministro de Ecología, Energía y Desarrollo Sostenible otorga permisos de exploración de gas esquisto, esto generó una movilización sobre el fracking y sus impactos, además se evidenciaba un vacío legal debido a que, para las solicitudes de permisos de investigación, las empresas no estaban obligadas a señalar qué tipo de técnica utilizarían, es decir no estaban obligadas a señalar si iban a utilizar la fracturación hidráulica como técnica, pero era algo de suponerse ya que era la única técnica disponible para extraer este tipo de gas. (Wang, Y., & Hefley, W. E. (Eds.), 2016).

Los movimientos en contra del fracking ejercieron presión sobre el gobierno, lo que llevó al partido Unión por un Movimiento Popular a presentar un proyecto de ley para prohibir esta técnica en 2011. Como resultado, el 13 de julio de 2011 se aprobó la ley 2011-835, cuyo artículo I prohíbe la exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos líquidos o gaseosos mediante la fracturación hidráulica en el territorio nacional. Por otro lado,

el artículo 3 establece que los permisos exclusivos para la exploración de hidrocarburos se anularán si no se ajustan a las nuevas obligaciones de información o si se informa que se empleará o se tiene la intención de utilizar la fracturación hidráulica. Según AIDA (2019), esta prohibición se fundamentó en la Carta del Medio Ambiente de 2004 y en los principios de prevención y corrección contemplados en el código de Medio Ambiente, que también incluye el principio de precaución. Así, estos dos principios forman la base legal de la normativa.

La Carta del Medio Ambiente forma parte de la Constitución Francesa de 1958, en la que el pueblo francés no solo acepta los derechos humanos, sino también los derechos y deberes establecidos en la Carta del Medio Ambiente de 2004. Esta carta es un componente clave de una táctica nacional que busca fomentar el desarrollo sostenible mediante políticas que protejan el entorno. Además, se reconoce el derecho a un ambiente saludable como un derecho fundamental (BCN, 2021).

En particular, el Artículo 5 de la Carta del Medio Ambiente establece que, en caso de que exista el riesgo de causar un daño grave e irreversible al medio ambiente, aun cuando el conocimiento científico sea incierto, las autoridades deberán garantizar, mediante la aplicación del principio de precaución y dentro de sus competencias, la implementación de procedimientos para la evaluación de riesgos y la adopción de medidas provisionales y adecuadas para prevenir dicho daño (BCN, 2021, s.f.).

Principio de prevención o preventivo

El "principio preventivo" surgió en 1941 tras una demanda en Estados Unidos por la emisión de gases tóxicos desde una industria en Canadá. Este principio establece la responsabilidad de los Estados de evitar daños ambientales más allá de sus fronteras

jurisdiccionales. Fue adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en 1972 y se consolidó en la Declaración de Río de 1992 y 2012. (Azamar Alonso, A., 2021).

Este principio opera sobre los riesgos con medidas de prevención y supervisión, en este principio se contemplan mecanismos como Evaluación de Impacto Ambiental, es decir que estos proyectos deben someterse a los mecanismos que tenga el país de evaluación para prever los daños que se ocasionarían, tal como lo sugiere la legislación colombiana, en el Decreto 1076 de 2015 en Colombia, y mecanismos como los Planes de Manejo ambiental, en donde con el fin de prevenir daños ambientales se buscan medidas para eliminar, prevenir o mitigar los impactos ambientales. La prohibición puede estar condicionada o no. (Silva Hernández, F., 2019).

Cabe aclarar que el EIA esté enmarcado en el principio de prevención es una afirmación también realizada por Lloret, E. (2011) en su trabajo: ***“El principio preventivo y precautorio en el derecho ambiental. ¿A qué principio responde la evaluación de impacto ambiental?”*** donde concluye que la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento importante para prevenir, monitorear y abordar las causas humanas de la degradación ambiental. En el caso de no poder eliminar estas causas, se deben aplicar medidas de mitigación, recuperación o compensación. Sin embargo, estas medidas solo ofrecen una solución temporal frente al daño irreversible. En resumen, la EIA se centra en principios preventivos esenciales. Es pertinente mencionar que el EIA de acuerdo con Lloret, E. (2011) es una institución del Derecho Ambiental, en la República de la Argentina los EIA están regidos por la Ley general de ambiente 25.675.

Principio precautorio o principio de precaución

Este principio fue declarado por las Naciones Unidas en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Rio de Janeiro, Brasil. Este principio establece que ante la posibilidad de una obra o actividad que podría tener efectos negativos en el medio ambiente, es decisión de cada nación no llevarla a cabo y esta decisión se fundamenta en señales de riesgo sin necesidad de tener una certeza científica absoluta o estudios detallados. Este principio es un apoyo de decisión para los países en vías de desarrollo, que no tienen la capacidad investigativa para comprobar científicamente algunos de los impactos de ciertas actividades. Este principio ha sido adaptado internacionalmente en diversos tratados y acuerdos, entre los que resalta el Protocolo de Montreal de 1987; el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992; entre otros. (Artigas, C., 2001).

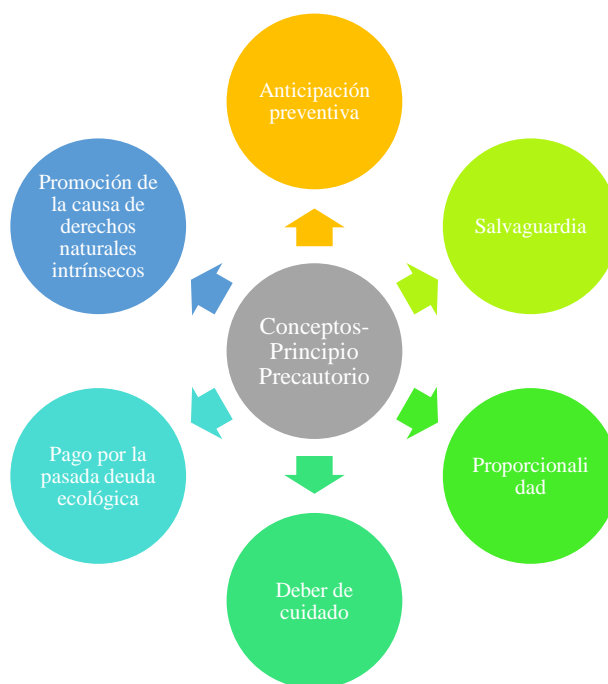


Figura 1. Conceptos del Principio Precautorio. Fuente: Adaptado por Autor de Artigas, C., 2001.

La diferencia de estos dos principios radica en que el principio de prevención busca evitar daños que son seguros, pero el principio precautorio busca impedir riesgos siempre que exista duda sobre ellos.

Estos principios se entrelazan con el debate internacional acerca de la amplitud de los derechos humanos esenciales, destacando el derecho a la vida. Para asegurar este derecho, es fundamental garantizar diversos elementos, como el acceso a una alimentación saludable, agua potable, vivienda y un entorno saludable. Asimismo, la naturaleza ha sido reconocida como sujeto de derechos en varias sentencias judiciales en distintos países (Cafferatta, N., 2010).

Por esta razón, es importante analizar cómo los países que permiten la exploración y explotación de YNC abordan los derechos fundamentales de los seres humanos y de la naturaleza. Es evidente que, en otras naciones, el activismo social y estos principios legales han llevado a la promulgación de leyes que prohíben dichas actividades. Además, se cuentan con ejemplos de explotación poco exitosa en lugares como Estados Unidos.

Europa del Este y Bulgaria

Este país estuvo marcado por un fuerte movimiento antifracking originado por las concesiones otorgadas a Chevron Corporation en 2011 para realizar fracking, estas concesiones se mantuvieron en secreto y lejos de la vista pública. El movimiento empezó en los meses de junio de 2011 y enero de 2012 conformado principalmente por comunidades locales de las futuras zonas de perforación, el movimiento se destacó por organizar protestas, peticiones, campañas de educación pública sobre el fracking y formas de acción no violentas. Los esfuerzos de organización local se convirtieron en un movimiento nacional en Bulgaria, resultando en una marcha de más de 10.000 personas en 12 ciudades el 14 de enero de 2012.

Cuatro días después, el Parlamento aprobó una moratoria sobre el fracking. A pesar de los intentos de anular la decisión, la moratoria fue confirmada en junio de 2012 después de protestas y discusiones. (Mihaylov, N. L., 2020).

De acuerdo con AIDA, (2019) el texto habla sobre la prohibición en toda la República de Bulgaria, abarca cualquier método que implique la inyección a presión de una mezcla de líquidos, aditivos químicos y/o fluidos en los pozos, con el fin de generar o expandir grietas en formaciones sedimentarias, incluyendo capas de carbón, para la exploración y extracción de petróleo y gas natural. Este texto obedece al principio de precaución, la prudencia y la obligación del estado de proteger la salud pública y el medio ambiente.

La Asamblea Nacional de Bulgaria optó por salvaguardar el medio ambiente y la salud humana, a pesar de la falta de certeza científica sobre los posibles efectos del fracking. La influencia significativa de la presión social se evidenció en esta medida. El Primer Ministro Boiko Borissov enfatizó la importancia del rechazo social y la participación ciudadana en la decisión de prohibir el fracking, declarando que "si la población no está convencida de su validez, creo que debemos detenerlo y abrir un debate público ahora". (AIDA, 2019).

Otros autores sugieren que a pesar de que los países de Europa del Este tienen gran potencial de gas de esquisto, y que la exploración y explotación de este recurso significaría dejar de depender del gas importado de Rusia, los movimientos sociales y políticos en contra del fracking cobraron gran relevancia en esta zona de Europa, impidiendo que el caso Estadounidense pudiera replicarse en Europa del Este. (Maieran, A. 2021).

Maierean, A. (2021) también señala en su artículo: *“What went wrong? Fracking in Eastern Europe.”* las diferencias sustanciales entre Europa del Este y Estados Unidos, allí se concluye que es principalmente por el tipo de movilización social originada en Europa del Este en países como: Polonia, Bulgaria y Rumanía; estos países han experimentado un aumento de sus movimientos ecologistas que han pasado, en algunas ocasiones, de acuerdo con el autor, de movilizaciones pacíficas, a movilizaciones violentas.

El caso de Rumania, es otro ejemplo de un país de Europa del Este que a través de las movilizaciones logró la prohibición del fracking, además en este país no creo ningún tipo de incentivos económicos para las comunidades locales.

Alemania

El 2014 y 2015 fueron años cruciales para Alemania pues a lo largo de estos años se anunciaron leyes que prohíban la producción de gas esquisto, y además adoptaron un paquete legislativo para limitar la explotación de yacimientos convencionales, y YNC (Rogel, E. M., et al., 2019). Cabe resaltar que estas prohibiciones han sido alimentadas por sector académico, investigadores que han presentado sus objeciones frente a este tipo de técnica, así como movilización ciudadana en contra del fracking, tal y como lo menciona Foltyn, C., Keller, R., & Klaes, M. S. (2023).

En 2024, Alemania se encuentra en una encrucijada debido a la guerra entre Rusia y Ucrania, que ha interrumpido las importaciones de gas ruso, lo que ha provocado un aumento en los precios. El país debe decidir entre continuar con la explotación de recursos o avanzar en su transición hacia energías renovables. Según el artículo “Fracking: an option for Germany? Opportunities, risks and uncertainties of fracking in unconventional reservoirs”, Alemania parece estar en condiciones de regular proyectos de fracking, ya que cuenta con

estándares ambientales muy estrictos que superan las normativas internacionales. Por ejemplo, se implementa una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) y se requieren Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos de fracking, algo que no se observa en naciones como Estados Unidos, Canadá y Australia. Sin embargo, a pesar de estas regulaciones rigurosas, siempre existirán riesgos ambientales que no se pueden eliminar por completo. (Gierds, J., et al., 2023).

Polonia

Se expone el caso de Polonia, debido a que es un país vecino de Alemania, pero ha mostrado una postura positiva al fracking, lo cual se tradujo a que implementarán medidas reguladoras. Aunque actualmente no se estén llevando a cabo proyectos de exploración y explotación en ninguno de estos dos países, no cabe duda de que tienen fundamentaciones diferentes, y que con el aumento de precios de la energía en el año 2021 y la actual guerra con Ucrania deja una puerta abierta a la explotación de estos yacimientos. (Foltyn, C., Keller, R., & Klaes, M. S., 2023).

Contexto Asiático

China posee actualmente la cuenca de esquisto con mayores recursos del planeta, cerca del 15% de las reservas totales y casi el 81% de los recursos de la región, por esta razón los chinos han aprovechado su potencial, y para mejorar conocimientos y experiencia, las Compañías Petroleras Nacionales chinas se han vinculado con Estados Unidos mediante la adquisición de acciones y la creación de empresas conjuntas. (Liew, M. S., Kamaluddeen, U. D., & Noor Amila Wan, A. Z., 2020).

Contexto Africano

Argelia

En este país se ha despertado interés en la exploración de recursos no convencionales de petróleo y gas, pero por el momento la actividad ha sido limitada debido a preocupaciones ambientales y sociales.

El sector energético está bajo control de un monopolio público: Sonatrach² empresa del estado de petróleo y gas, fundada en 1963, es la mayor empresa de África, con 154 filiales, esta empresa busca capitalizar la experiencia extranjera en fracking para desarrollar sus propias reservas de esquisto, estimadas en 22 billones de metros cúbicos, las terceras más grandes del mundo (Efeverde, 2019).

En noviembre de 2019, en medio de la transición gubernamental y resistencia popular, se aprobó la ley de hidrocarburos en Argelia para abrir su mercado de petróleo y gas al exterior, esto debido a la caída de ingresos y la debilidad económica, esta legislación incluyó exenciones fiscales para empresas extranjeras, facilitando la inversión en el sector, también promovió la extracción de gas de esquisto, a pesar de su alto costo e impacto ambiental. La ley permitió la transferencia de acciones de empresas extranjeras y flexibilizó los contratos de concesión, reduciendo la participación mínima requerida de socios argelinos al 51% (Efeverde, 2019).

Sin embargo, estas medidas fueron objeto de protestas, con miles de manifestantes argumentando que amenazaban el medio ambiente y la soberanía nacional. Las manifestaciones se centraron en el Parlamento en Argel, reflejando la preocupación pública

² Sociedad Nacional para la Prospección, Producción, Transporte, Transformación y Comercialización de Hidrocarburos.

por los riesgos asociados con la explotación de hidrocarburos y la dependencia continua de estos recursos para la economía del país. Estas manifestaciones llevaron a la prohibición del fracking en Argelia. (Atalayar, 2019) (Opsur.org, 2019)

Túnez

En este país se han llevado a cabo intentos de exploración de gas de esquisto en ciertas áreas desde 2010, aunque el avance ha sido limitado debido a inquietudes tanto ambientales como sociales. La llegada de nuevos gobiernos a menudo se acompaña de propuestas de fracking como medida para alcanzar la autosuficiencia energética, especialmente ante la disminución de las reservas de energía. La primera fracturación hidráulica en formaciones de lutitas fue realizada en 2010 por la empresa anglo-francesa Perenco, en el campo de El Franing. Se prevé que se realicen 742 perforaciones en un lapso de 50 años en esta región (Opsur.org, 2019).

Desde el año 2010, Túnez ha respaldado activamente la práctica del fracking, marcando el inicio de la extracción de gas de esquisto mediante fracturación hidráulica en el país. En ese momento, aproximadamente el 60% de los pozos de extracción ya empleaban esta técnica. El aumento en los precios de los combustibles fósiles ha hecho que este método se vuelva rentable. En regiones como Kebili, específicamente en los yacimientos de El Franing y en los campos de Baguel-Tarfa, la empresa Perenco, en asociación con ETAP (Compañía Nacional de Petróleo de Túnez), ha estado extrayendo hidrocarburos no convencionales durante más de una década. Sin embargo, la falta de un marco legislativo sólido en Túnez ha generado preocupaciones sobre posibles impactos para el medio ambiente y la salud local. Estos hallazgos se derivaron de una investigación realizada en colaboración con el medio de comunicación francés Blast. (inkyfada, 2022).

El código tunecino de hidrocarburos no proporciona ningún marco legal para la gestión de este tipo de recurso energético y el uso de técnicas extractivas perjudiciales para el medio ambiente debe ser objeto de debate parlamentario, según el artículo 13 de la Constitución tunecina, pero ETAP la estatal petrolera afirma que estas concesiones se rigen por las leyes de los antiguos regímenes jurídicos, instituidos antes de la vigencia del Código de Hidrocarburos de 1999 y de la adopción de la nueva Constitución de 2014, pero la norma garantiza la continuidad de las operaciones de las empresas extranjeras en suelo tunecino, al tiempo que prohíbe estas concesiones al público en general y se estableció que cinco de las seis filiales tunecinas de Perenco están registradas fuera de Túnez en paraísos fiscales (inkyfada, 2022).

Contexto Noteramericano: Texas, Oklahoma y Pensilvania vs. Jersey, Vermont y Nueva York.

En los Estados Unidos, el gas de esquisto ha transformado radicalmente el panorama de la industria energética. Este cambio ha sido posible gracias a varios factores: un marco fiscal y legal que impulsa la producción, una industria petrolera y gasística avanzada que ofrece servicios como la fracturación hidráulica de manera eficiente y económica, y en algunas regiones del país, un sistema de propiedad de tierras que incentiva a los propietarios por la extracción de recursos bajo sus terrenos. (Maieran, A, 2021).

En este país la potestad de utilizar este tipo de técnica recae principalmente en decisión de cada estado, y posteriormente en sus localidades. (Aguirre, C. L. V, 2018). Este autor también nos menciona las leyes que regulan la fracturación hidráulica, y refuerza la idea de otros autores de que el éxito de esta técnica en este país es debido a su legislación

rigurosa y también a una serie de aprendizajes y desarrollos tecnológicos que han permitido perfeccionar la técnica.

- The Safe Drink Water Act (SDWA): Ley federal, regula todas las fuentes de agua superficiales o subterránea, en esta ley la EPA queda autorizada para crear normas referentes a la inyección subterránea de fluidos.
- The Clean Water Act (CWA): esta ley regula los vertidos de contaminantes a las aguas, además regular la Calidad de las aguas superficiales.
- The Clean Air Act (CAA): regula la Calidad del aire, y contaminación por fuentes estacionarias.
- The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA): regula transporte, almacenamiento y deshecho de residuos tóxicos.

Los primeros estados en desarrollar explotación de gas esquisto fueron Texas, Oklahoma y Pensilvania, en contraste con estados que decidieron prohibirlo como Nueva Jersey, Nueva York y Vermont por motivos medioambientales. (Maieran, A. 2021)

La prohibición en el estado de Nueva York se debió a riesgos significativos a la salud, resultado de un estudio del Departamento de Conservación Ambiental del Estado. Este estudio analizó los impactos del fracking en la salud humana, calidad del aire y el agua.

En este capítulo hemos examinado el marco jurídico internacional en torno a la prohibición del fracking, centrándonos en el contexto de varios países, especialmente en Europa, donde se han materializado movimientos significativos en contra de esta técnica. Un elemento común entre las naciones que han decidido prohibir el fracking, como Francia, Bulgaria y Alemania, es la integración de principios preventivos y precautorios en su

legislación ambiental. Estos principios no solo reflejan la necesidad de salvaguardar el medio ambiente, sino que también emergen como respuesta a la presión social y a la creciente preocupación pública sobre los riesgos asociados con la fracturación hidráulica.

En Francia, la prohibición del fracking fue el resultado de una intensa movilización ciudadana, lo que condujo a la creación de leyes que priorizan la salud pública y la protección del medio ambiente. En Bulgaria, un fuerte movimiento social impulsó la adopción de una moratoria sobre el fracking, destacando la relevancia de la participación de la ciudadanía en las decisiones que afectan al entorno. Por su parte, Alemania, aunque abierta a la exploración de gas no convencional, ha establecido regulaciones estrictas basadas en principios de evaluación de impacto ambiental, enfatizando que, a pesar de la presión económica, la protección del medio ambiente es lo más importante.

A través de estos casos, se observa que la preocupación por los efectos ambientales y la salud pública es un hilo conductor en la normativa de los países que han optado por prohibir el fracking. Este contexto revela un claro contraste con la situación en Estados Unidos, donde las decisiones sobre la explotación de gas esquisto son más fragmentadas y dependen en gran medida de la regulación estatal y local, lo que ha permitido su desarrollo en algunas áreas, pero ha generado resistencia en otras.

A medida que avanzamos en este análisis, queda claro que la prohibición del fracking en estos países no solo se basa en argumentos técnicos y científicos, sino también en una profunda reflexión sobre el modelo energético del futuro. La decisión de priorizar la salud pública y la sostenibilidad ambiental por encima de los beneficios económicos inmediatos marca una tendencia en el ámbito jurídico que puede ser un modelo a seguir para otros países

en el mundo, especialmente aquellos que enfrentan la presión de sus recursos naturales y la necesidad de transitar hacia fuentes de energía más limpias y renovables.

III Capítulo: Contexto Latinoamericano y Argentino

Estas prácticas, como el fracking, ha suscitado un amplio debate en la región de América Latina, donde países como Colombia, Argentina, Ecuador y Bolivia han adoptado enfoques diversos frente a esta práctica. La revisión de estos marcos regulatorios es fundamental no solo para entender las decisiones políticas y económicas que cada país ha tomado, sino también para evaluar sus impactos ambientales y sociales.

En el caso de Ecuador, es crucial analizar su marco normativo, ya que, tras convertirse en el primer país del mundo en reconocer derechos a la naturaleza el 20 de octubre de 2008, ha establecido un precedente global en la defensa del medio ambiente, por esta razón, el fracking está prohibido en Ecuador, reflejando la voluntad de proteger sus ecosistemas.

Por otro lado, Bolivia también ha adoptado una postura cautelosa en relación con el fracking. Aunque el país no ha prohibido formalmente esta práctica, el desarrollo de YNC ha enfrentado restricciones y una falta de regulación clara, lo que limita su implementación. Por último, se evaluará el caso argentino, y que corresponde el eje central de esta investigación.

La Figura 2, muestra el potencial de YNC en América Latina, donde puede evidenciarse que los países analizados en este capítulo, como Ecuador, Bolivia, Argentina y Colombia eventualmente podría explotar estos yacimientos.

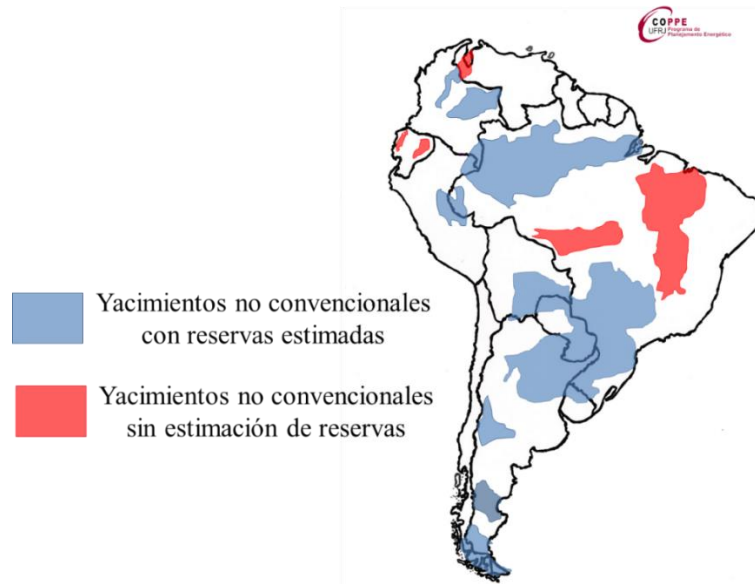


Figura 2. Ubicación de los YNC en américa del sur. Fuente: (Dhuldhoya, K., & Dusterhoft, R., 2017) Zhang, Hong, Jun-Tai Shi, and Xiang-Fang Li., 2018)

Ecuador y Bolivia

Ecuador	Bolivia
----------------	----------------

<p>2008. Constitución de la República del Ecuador. Derechos a la Naturaleza:</p> <p>Ecuador se convirtió en el primer país del mundo en reconocer los derechos de la naturaleza. La Constitución establece que la naturaleza tiene derecho a existir, persistir, mantener y regenerar sus ciclos vitales, lo que sienta las bases para una protección legal del medio ambiente en todas las actividades económicas, incluida la explotación de hidrocarburos.</p>	<p>2009-2010. Constitución Política del Estado. La Constitución boliviana establece que los recursos naturales son de propiedad del Estado y deben ser explotados de manera sostenible y con respeto al medio ambiente. También reconoce los derechos de la Madre Tierra, lo que refleja un compromiso con la conservación del entorno y la biodiversidad.</p> <p>En 2010, Bolivia reconoció derechos colectivos a la naturaleza, designándola como Madre Tierra, lo que abarca el derecho a mantener su integridad y a restaurarla.</p>
<p>2010. Ley de Recursos Hidrocarburíferos</p> <p>Esta ley regula la exploración y explotación de recursos hidrocarburíferos en el país. Si bien la ley no menciona específicamente el fracking, proporciona un marco para la gestión de la industria petrolera y gasífera en Ecuador.</p>	<p>2005 Ley de Hidrocarburos (Ley N° 3058, 2005). Esta ley regula la exploración y explotación de hidrocarburos en Bolivia. Si bien no menciona específicamente el fracking, establece principios generales sobre la gestión y control de las actividades hidrocarburíferas, así como la necesidad de evaluar los impactos ambientales.</p>

<p>2010. Ley Orgánica de Prevención y Control de la Contaminación. Esta ley establece los principios y normas para la prevención y control de la contaminación en el país. Aunque no se refiere directamente al fracking, cualquier actividad que pueda generar contaminación debe cumplir con esta normativa.</p>	<p>2012. Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien (Ley N° 300, 2012). Esta ley establece un marco para la protección del medio ambiente y los derechos de la Madre Tierra. Introduce principios de desarrollo sostenible y requiere que todas las actividades productivas, incluidas las relacionadas con hidrocarburos, se realicen respetando los derechos de la naturaleza y garantizando la participación de las comunidades.</p>
<p>2013. Resolución de la Secretaría de Ambiente. Esta resolución establece criterios para la evaluación de los impactos ambientales de los proyectos de explotación de hidrocarburos. Aunque no prohíbe el fracking, crea un marco para la evaluación de los riesgos ambientales asociados con esta práctica.</p>	<p>2012. Reglamento Ambiental para Actividades de Hidrocarburos. Este reglamento detalla los procedimientos para la evaluación de impacto ambiental (EIA) y establece requisitos para la gestión ambiental de las actividades relacionadas con la exploración y explotación de hidrocarburos.</p>
<p>2019. Prohibición del Fracking. El gobierno ecuatoriano implementó una</p>	<p>2021. Prohibición del Fracking. En 2021, el gobierno boliviano implementó una</p>

<p>moratoria a la técnica de fracking en la producción de hidrocarburos. Esta decisión fue impulsada por la preocupación sobre los posibles impactos ambientales y sociales del fracking, especialmente en áreas sensibles y biodiversas del país.</p>	<p>prohibición a la práctica del fracking en el país. Esta decisión se tomó en respuesta a la creciente preocupación por los posibles impactos negativos sobre el medio ambiente, la salud de las comunidades y los recursos hídricos.</p>
--	--

Tabla 1. Comparativa Marco Legal Ecuador y Bolivia, Fuente: Minambiente (2018), Asamblea Nacional del Ecuador (2018). Bolivia. (2009). Bolivia. (2012). Bolivia. (2021).

En Ecuador, el fracking está prohibido y el país ha adoptado un enfoque cauteloso en la explotación de recursos hidrocarburíferos, priorizando la preservación del medio ambiente. A pesar de esta prohibición, hay un debate en torno a la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía y aumentar la producción de hidrocarburos, lo que ha generado interrogantes sobre la vigencia de la moratoria. La defensa de los derechos de la naturaleza, junto con la presión de grupos ambientalistas y comunidades locales, ha llevado al gobierno a mantener una postura restrictiva. De manera análoga, en Bolivia también se ha prohibido el fracking, lo que refleja un enfoque preventivo ante los riesgos ambientales asociados con esta técnica. La oposición social por parte de comunidades indígenas y grupos ambientalistas ha sido crucial para esta prohibición, dado que han manifestado su preocupación por la protección de sus territorios y recursos naturales. No obstante, Bolivia enfrenta retos en la explotación de sus reservas de gas natural y petróleo, lo que ha originado discusiones sobre la posibilidad de emplear métodos alternativos de extracción. En ambos países, el marco legal muestra un esfuerzo por equilibrar la explotación de recursos naturales con la protección del medio

ambiente y los derechos de las comunidades, destacando la importancia de evaluar las implicaciones sociales y ambientales de las actividades relacionadas con los hidrocarburos.

En el contexto de la República Argentina, es fundamental señalar que la fracturación hidráulica, conocida como fracking, se ha convertido en una técnica esencial para la explotación de recursos energéticos no convencionales a nivel mundial. En Argentina, esta tecnología ha adquirido gran relevancia debido a la existencia de amplios yacimientos de hidrocarburos no convencionales, especialmente en la región de Vaca Muerta. Esta situación ha desencadenado un amplio debate sobre la regulación y el impacto ambiental del fracking, lo que ha llevado a la implementación de diversas políticas y normativas destinadas a gestionar de manera efectiva la extracción de estos recursos.

Este capítulo se enfoca en el análisis de la regulación del fracking en Argentina, explorando cómo el marco normativo del país ha evolucionado para abordar los desafíos y oportunidades que presenta esta técnica. Dada la importancia estratégica de los recursos no convencionales para el desarrollo energético de Argentina, es crucial entender el conjunto de leyes, regulaciones y políticas que han sido implementadas para regular su explotación. Se abordará cómo Argentina ha regulado el fracking, incluyendo las leyes y políticas específicas que han guiado la explotación de YNC en el país, además se incluirán normativa relacionada con la prevención de daños ambientales en actividades de explotación de hidrocarburos.

Historia de la política petrolera Argentina

A continuación, se presenta un resumen de la historia política petrolera Argentina, en los que se resalta el descubrimiento de YNC en Argentina, y los acuerdos que llevaron a su explotación.

Fecha-Nombre	Descripción
1853. Constitución Nacional de la República Argentina.	Promulgada la Constitución Argentina.
1967. Ley 17.319 - Ley de Hidrocarburos (30/06/1967)	Conocida como la Ley de Hidrocarburos, fue promulgada en 1967 y establece el marco normativo para la exploración, explotación, y comercialización de hidrocarburos en Argentina, incluyendo las condiciones para la concesión de áreas a empresas privadas.
1991. Resolución SC 29/1991	Establece mecanismos de control y prevención, como reportes provinciales sobre actividades hidrocarburíferas.
1992. Ley 24.145 - Ley de Federalización de Hidrocarburos (24/09/1992)	Establece un marco regulatorio para la explotación de hidrocarburos, promoviendo la federalización de estos recursos al otorgar a las provincias control sobre su explotación. La ley regula la exploración, explotación, transporte y comercialización de hidrocarburos, asegurando la participación de las provincias en los ingresos generados y la protección del medio ambiente y la salud

	<p>de las comunidades afectadas. Además, se establecen procedimientos para la obtención de autorizaciones y permisos necesarios para llevar a cabo estas actividades.</p>
<p>1994. Última reforma constitucional</p>	<p>Se incorpora el Art. 41, el derecho a un ambiente sano, apto y equilibrado.</p>
<p>2002. Decreto Nacional 310/2002 - Decreto sobre Exportaciones (13/02/2002)</p>	<p>Este decreto establece las pautas para la exportación de hidrocarburos, fijando normas y procedimientos para el comercio de estos recursos. Su propósito es asegurar el suministro interno y controlar el comercio exterior de hidrocarburos.</p>
<p>2002. Ley 25.675 Ley general del ambiente</p>	<p>Es el marco integral para la protección y gestión ambiental establece principios clave como prevención, precaución y responsabilidad en temas ambientales. Regula el amparo ambiental, establece la evaluación del impacto ambiental y define criterios mínimos para una gestión sostenible y efectiva. Además, promueve la</p>

	conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible.
2002. Ley 25.688	Marco para la protección de los recursos hídricos, que es un aspecto crucial en la regulación del fracking debido a la preocupación por la posible contaminación de las fuentes de agua
2004. Ley 25.943. Ley de Energía Argentina Sociedad Anónima (02/11/2004)	Promulgada en 2004, establece la creación de la empresa estatal Energía Argentina Sociedad Anónima (Enarsa), con el objetivo de garantizar la soberanía energética del país y fomentar la inversión en el sector energético.
2007. Resolución 459	Establece un marco para los Planes de Energía Total en Argentina, promoviendo la eficiencia en el uso de recursos energéticos y la inclusión de energías renovables. Requiere que las empresas elaboren planes integrales y fomenta la coordinación entre entidades gubernamentales para una implementación efectiva.

<p>2007. Ley 26.190 - Ley de Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energías (02/01/2007)</p>	<p>Esta ley, sancionada en 2007, promueve el uso de fuentes renovables de energía en Argentina, estableciendo un régimen de incentivos para el desarrollo de energías renovables, con el fin de diversificar la matriz energética del país y fomentar la sostenibilidad.</p>
<p>2007. Ley 26.197 - Ley de Hidrocarburos (03/01/2007)</p>	<p>Modifica la Ley 17.319 y establece un nuevo marco regulatorio para la actividad hidrocarburífera, introduciendo cambios en la explotación y comercialización de hidrocarburos y fortaleciendo el control estatal sobre los recursos.</p>
<p>2010. Perforación usando fracking en Vaca Muerta</p>	
<p>2012. Decreto reglamentario de Ley 26.741- Ley de Soberanía Hidrocarburífera</p>	<p>Este decreto reglamenta la Ley 26.741, conocida como la Ley de Soberanía Hidrocarburífera, estableciendo las condiciones para la regulación y control del sector hidrocarburífero en Argentina, asegurando la participación estatal y la defensa de los recursos naturales del país.</p>

<p>2014. Ley de Hidrocarburos: Ley 27.007- Modificación de la Ley 17.319 (30/10/2014)</p>	<p>Establece el marco general para la exploración y explotación de hidrocarburos. Aunque no menciona explícitamente al fracking.</p>
<p>2017. Gobierno firma el Acuerdo Vaca Muerta con los gobernadores de las provincias y las empresas YPF, Pan American Energy y Total Austral.</p>	

Tabla 2. Política Petrolera Argentina. Fuente: Artigas, C. (2023).

Al realizar la revisión de la política petrolera Argentina, se destaca la relación entre el gobierno y las grandes empresas, así como el impacto del extractivismo en la democracia y la distribución de la renta petrolera, además de acuerdo con lo mencionado por (Artigas, C, 223) las políticas actuales benefician principalmente a empresas extranjeras, generando conflictos sociales y ambientales, además la explotación de recursos hidrocarburíferos en Argentina ha sido problemática, con un modelo que avanza sin el consenso de las comunidades locales.

La crisis energética y social de la Argentina

Cabe resaltar que la Argentina y su modelo energético tiene una dependencia de los hidrocarburos, específicamente dependencia al gas, por esta la razón el desbalance existente entre los recursos existentes de hidrocarburos y la demanda creciente generó una crisis en el año 2010, y como respuesta y después del descubrimiento de vaca muerta Ríos, F. G. (2020). Esto también lo afirma Arturi, R. C. (2023) en el artículo: *Los últimos 20 años de la política petrolera Argentina*, donde menciona que la primera década de los 2000, la demanda de combustibles fue insostenible y por esta razón se empezaron las importaciones, ocasionando un impacto en las cuentas fiscales del país.

Estas importaciones y altas demandas tuvieron como consecuencia el acuerdo entre el gobierno argentino y la multinacional estadounidense Chevron para la explotación de vaca muerta; esto como un intento de salvaguardar la soberanía energética del país. Uno de los principales problemas es que el acuerdo entre el gobierno y Chevron no se reveló en un principio a la sociedad argentina, ocasionando que el partido comunista, en cabeza del senador Rubén Giustiniani, solicitará acceso a la información interponiendo una demanda Judicial, que en segunda instancia fue aceptada y se tuvo que develar el contrato a la luz por los derechos colectivos. La sociedad observó algunas irregularidades como que el contrato fue celebrado sin una licitación previa y con un permiso de explotación por 35 años, además de mencionar una compleja estructura de empresas offshore radicadas en paraísos fiscales, poniendo en jaque a la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) argentina, el contrato especifica la técnica: fracking, y nunca tuvo un debate en el congreso nacional Vallejos, J. (2022).

En 2010 empezó la explotación del cambio, y junto con la explotación llegaron varios conflictos sociales.

En el 2016 en la Argentina tuvo lugar la reconfiguración del sector de hidrocarburos, esto hace referencia a las modificaciones en las normativas y en la supervisión. Estas reformas dismantelaron los mecanismos de regulación estatal y otorgaron más libertad a las empresas privadas. Se eliminaron controles, auditorías y sanciones, además de descentralizar el poder de negociación hacia las provincias. Como consecuencia, se promovió la inversión de grandes corporaciones internacionales y se transformó la relación de control estatal en el ámbito de la política hidrocarburífera (Garcia, A. O., & Scardino, M, 2021).

Dentro de estos cambios normativos Garcia, A. O., & Scardino, M. (2021) señala:

Eliminación de controles: derogándose plazos para auditorías y controles a las empresas.

Descentralización del Poder: Se devolvió a las provincias la facultad de negociar con empresas transnacionales, reduciendo el control del Estado nacional sobre las inversiones hidrocarburíferas.

Desarticulación del Plan Nacional: Se desmanteló el Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas, permitiendo a las empresas mayor libertad en la presentación de sus planes de inversión sin la supervisión estatal previa.

Esta reconfiguración puede acarrear ciertas consecuencias, entre ellas la regulación ambiental y social, la desregulación puede llevar a un menor control sobre prácticas ambientales y laborales, la comunidad y la sociedad civil organizada han expresado su oposición a los proyectos de extracción no convencional, preocupándose por sus impactos ambientales y sociales. La flexibilización de los controles estatales podría incrementar los riesgos para la seguridad laboral y el medio ambiente, lo que ha generado un debate político en la región. En general, existe una preocupación por la falta de regulación adecuada y la protección de los derechos de la comunidad frente a las actividades hidrocarburíferas (García, A. O., & Scardino, M, 2021).

Además de evidenciarse un problema ambiental marcado, a este problema se le suma el conflicto social, debido a que la explotación de vaca muerta se realiza en territorios en conflicto, específicamente con la comunidad indígena mapuche, que a pesar del reconocimiento del gobierno provincial en el año 2014 legal a la comunidad mapuche de Campo Maripe; este es un reconocimiento que ha sido conflictivo y limitado en su aplicación,

además la comunidad ha tenido que enfrentarse a la estigmatización y represión por parte del estado y el gobierno, enfrentar una clara asimetría del poder en relación con el gobierno y las empresas explotadoras de hidrocarburos, y por último enfrentar desafíos legales, debido a que las normativas y reglamentaciones a menudo niegan o restringen el ejercicio de sus derechos reconocidos, complicando su lucha por el reconocimiento y la gestión de sus territorios (Acacio, J. A., & Wyczykier, G, 2021).

La carencia de reconocimiento permite a las empresas realizar actividades de fracking sin la necesidad de consultar u obtener el consentimiento de las comunidades mapuches, lo que intensifica la explotación de sus tierras (Acacio, J. A., & Wyczykier, G, 2021).

Argentina como estado federal

Un punto por resaltar es que, a diferencia de Colombia, Argentina es un estado federal, que es manejado en provincias. Cada provincia tiene la capacidad de dictar sus propias leyes y regulaciones, siempre que no contradigan la Constitución Nacional y las leyes nacionales. Esta autonomía permite a las provincias gestionar sus recursos y asuntos locales, incluyendo la regulación ambiental, por esta razón existen provincias en el país que han prohibido el fracking siendo un claro ejemplo la Provincia de Entre Ríos, en donde se vetó esta actividad en 2017, resaltando que la Provincia de Entre Ríos tiene el primer lugar como principal abastecedora de hidrocarburos (García, M. A, 2020).

La prohibición del fracking en Entre Ríos se basó en varias decisiones jurídicas y principios, según García, M. A, 2020:

1. **Derecho a un Ambiente Sano:** La Constitución Nacional de Argentina, en su artículo 41, establece el derecho a un ambiente sano, lo que fundamenta la protección ambiental frente a actividades perjudiciales como el fracking.
2. **Jurisprudencia de la Corte Suprema:** Fallos como el de la causa Halabi (2009), que establece que los bienes colectivos pertenecen a toda la humanidad y niega la existencia de un derecho que permita la apropiación individual de estos bienes. La Corte Suprema de Justicia enfatiza la importancia de proteger el medio ambiente y los derechos colectivos, subrayando que las decisiones deben basarse en pruebas y no en conjeturas. Este fallo sienta un precedente en la defensa de los derechos ambientales y la gestión de recursos naturales.
3. **Regulaciones Provinciales:** La legislación provincial, como el Decreto 4977/09 y el Decreto 3498/16, establece normativas que limitan actividades que puedan causar daño ambiental, apoyando la decisión de prohibir el fracking.

En este capítulo, hemos explorado la compleja realidad del fracking en Argentina, una técnica que ha cobrado protagonismo, particularmente en la vasta formación de Vaca Muerta. A lo largo de la historia petrolera del país, hemos observado cómo el marco normativo ha evolucionado para facilitar la inversión privada, a menudo en detrimento de la supervisión estatal y la protección ambiental. Esta dinámica ha generado un contexto en el que los riesgos para el medio ambiente y las comunidades locales se han intensificado, desatando preocupaciones legítimas sobre los impactos de esta técnica.

La crisis energética que enfrentó Argentina llevó a la firma de acuerdos controversiales, como el establecido con Chevron, que no solo buscaban asegurar la

soberanía energética, sino que también provocaron un fuerte rechazo social. La resistencia de comunidades indígenas, como la mapuche, resalta la urgencia de reconocer y respetar sus derechos territoriales, derechos que a menudo han sido ignorados en el proceso de explotación. La falta de consulta y participación de estas comunidades en la toma de decisiones ha intensificado los conflictos, haciendo evidente la necesidad de un enfoque más inclusivo en la legislación.

Además, la estructura federal de Argentina ha permitido que algunas provincias, como Entre Ríos, adopten posturas más restrictivas al prohibir el fracking, basándose en principios fundamentales como el derecho a un ambiente sano. Estas decisiones subrayan la importancia de la autonomía provincial y la capacidad de las comunidades para influir en la gestión de sus recursos.

Así, el camino hacia una regulación efectiva y sostenible del fracking en Argentina es complejo y requiere un equilibrio delicado entre la necesidad de desarrollo energético y la protección de los derechos de las comunidades y del medio ambiente.

IV Capítulo: Comparación con el caso colombiano

El debate sobre el fracking en Colombia debe ir más allá del simple “sí o no”. Es esencial investigar cómo garantizar la autosuficiencia energética del país mediante la realización de pruebas piloto que evalúen la viabilidad ambiental y social del fracking en el contexto colombiano. La toma de decisiones en el sector de hidrocarburos se basa en simulaciones y cálculos para evaluar diversos riesgos y escenarios. Aunque el fracking, ha demostrado ser exitoso en otros países, su aplicación en Colombia requiere una evaluación exhaustiva de sus impactos. La industria petrolera en América del Sur, incluida Colombia,

posee un potencial significativo en yacimientos de roca generadora; sin embargo, la viabilidad económica y técnica de estos recursos debe ser validada a través de proyectos piloto, fundamentales para generar información confiable y construir confianza entre las partes interesadas (Cano, 2023).

Historia de la política petrolera colombiana

Durante más de diez años, el marco normativo en Colombia ha ido avanzando para regular la exploración y producción de hidrocarburos, incluyendo los yacimientos no convencionales (YNC). La Constitución y las decisiones judiciales señalan que es responsabilidad del Estado asegurar un uso sostenible de los recursos naturales, logrando un equilibrio entre el desarrollo económico, la autonomía de las regiones y la protección del medio ambiente. La pobreza energética afecta significativamente la salud y la calidad de vida de las personas. La Corte Constitucional ha destacado las ventajas del sector minero-energético, siempre dentro de un enfoque de sostenibilidad. También se ha tratado la regulación del gas metano y el sistema de regalías, enfatizando la necesidad de contar con normativas claras y específicas para reducir los efectos adversos sobre el medio ambiente (Ministerio de Ambiente, 2023).

Las recomendaciones para la regulación del fracking incluyen la implementación de normativas básicas pero efectivas, que puedan ajustarse a medida que se obtenga más información. Se sugiere la creación de regulaciones diferenciadas para yacimientos convencionales y no convencionales, destacando temas clave como la calidad del agua, el manejo de residuos y la contaminación. La transparencia y una adecuada gestión del agua son fundamentales para asegurar prácticas responsables y proteger el medio ambiente y las comunidades afectadas (Congreso de la República, 2022).

El 16 de mayo de 2012, el Ministerio de Minas y Energía promulgó la Resolución 18 0742, con el objetivo de regular la exploración y explotación de YNC en Colombia. Esta resolución tenía como fin asegurar el desarrollo sostenible de los recursos naturales no renovables, siguiendo buenas prácticas en la industria y haciendo referencia a la Resolución 18 1495 de 2009 en lo que respecta a aspectos no abordados por la nueva normativa. Incluyó disposiciones técnicas y complementarias enfocadas en la protección del medio ambiente y la seguridad industrial. En esta resolución, se definieron los YNC como formaciones rocosas de baja permeabilidad que necesitan ser estimuladas para facilitar la extracción de hidrocarburos, incluyendo arenas bituminosas y gas metano asociado a mantos de carbón. También se establecieron procedimientos para la perforación de pozos tanto exploratorios como de desarrollo, así como para la gestión de registros, las pruebas de pozos y el inicio de la explotación. Adicionalmente, reguló los Acuerdos Operacionales, tratando la superposición de actividades hidrocarburíferas con la minería y el papel del Ministerio de Minas y Energía en caso de desacuerdos (Presidencia de la República, 2012).

La Resolución 9 0341 de 2014 reemplazó a la 18 0742, salvo en lo relacionado con los Acuerdos Operacionales. Esta nueva resolución simplificó las remisiones a normativas anteriores y añadió definiciones técnicas específicas. Reguló el programa de perforación, la estimulación hidráulica y las medidas de monitoreo. No obstante, en 2018, el Consejo de Estado suspendió el Decreto 3004 de 2013 y la Resolución 9 0341 debido a preocupaciones sobre el principio de precaución y el riesgo de daños ambientales graves e irreversibles. Además, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) incorporó parámetros para el desarrollo de YNC en su Reglamento de Contratación, estableciendo condiciones

contractuales y económicas especiales, así como requisitos de capacidad y responsabilidad ambiental para los contratistas (Consejo de Estado, 2018).

Durante el período de 2009 a 2011: El fracking empezó a captar la atención tanto de empresas como del gobierno colombiano. Este interés fue impulsado por la promesa de incrementar la producción de hidrocarburos en Colombia, un país con significativos recursos potenciales en YNC. Las primeras pruebas piloto realizadas por Ecopetrol y otras compañías, como la perforación en el Bloque CPO-9 en la Cuenca de los Llanos, fueron cruciales para evaluar la viabilidad técnica del fracking en el contexto colombiano (Ecopetrol, 2011). Estas pruebas involucraron la perforación de pozos y la inyección de fluidos en formaciones rocosas para determinar su capacidad de producción.

Aunque los resultados indicaron que algunas formaciones tenían potencial productivo, también surgieron preocupaciones sobre el impacto ambiental y social de la técnica (Gómez, 2012). Los informes iniciales destacaron la necesidad de desarrollar un enfoque integral para mitigar los riesgos asociados con el fracking, incluyendo la protección de los recursos hídricos y la salud pública (Sánchez, 2012).

En 2013, el país avanzó en la evaluación de los impactos ambientales mediante estudios detallados que se centraron en los efectos potenciales del fracking en los ecosistemas locales y las comunidades cercanas. Estos estudios revelaron preocupaciones significativas sobre la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas, el impacto en la biodiversidad local y los efectos sobre la calidad de vida de las poblaciones afectadas (Ministerio de Ambiente, 2013). A partir de estos hallazgos, se hizo evidente la necesidad de una regulación más rigurosa y un monitoreo continuo para asegurar que las operaciones de fracking se realizaran de manera responsable y sostenible (Álvarez, 2013). La creciente presión pública

y las inquietudes medioambientales llevaron a la formación de un grupo de trabajo interinstitucional en 2014. Este grupo, compuesto por representantes del gobierno, la industria y la sociedad civil, fue encargado de desarrollar un marco regulatorio que abordara los riesgos asociados con el fracking y estableciera directrices claras para su implementación (Cano, 2014).

En el periodo 2012-2014: Pruebas Piloto y Evaluación de Impacto: Durante este período, el fracking comenzó a capturar un interés creciente tanto de las empresas como del gobierno colombiano, debido a su potencial para aumentar la producción de hidrocarburos.

¡Sin embargo, también surgieron preocupaciones significativas sobre su impacto ambiental y social, lo que llevó a una serie de investigaciones y acciones regulatorias para abordar estos desafíos (Jaramillo, 2013).

2012: Ecopetrol, en colaboración con otras empresas del sector, realizó pruebas piloto en bloques de exploración seleccionados, como el Bloque CPO-9 en la Cuenca de los Llanos, una región reconocida por su potencial en hidrocarburos. Estas pruebas incluyeron la perforación de pozos y la inyección de fluidos a alta presión para evaluar la viabilidad técnica del fracking. Aunque los resultados iniciales indicaron que algunas formaciones geológicas podrían ser productivas, también revelaron la necesidad de implementar medidas de mitigación para reducir los riesgos asociados con la técnica, tales como la posibilidad de contaminación de fuentes de agua subterránea y la gestión de residuos tóxicos generados durante el proceso (Jaramillo, 2013).

2013: En respuesta a los resultados de las pruebas piloto y las preocupaciones emergentes, se llevaron a cabo estudios de impacto ambiental (EIA) para evaluar los efectos potenciales del fracking en los ecosistemas locales y las comunidades cercanas.

Estos estudios identificaron posibles efectos adversos, como la degradación del suelo, la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, así como los riesgos para la salud de las comunidades cercanas. La conclusión a la que llegaron fue que era necesario implementar regulaciones más rigurosas y establecer un sistema de monitoreo continuo para gestionar eficazmente los riesgos potenciales y asegurar la protección del medio ambiente (Ministerio de Ambiente, 2014).

La creciente inquietud entre el público y el ámbito académico respecto a los impactos ambientales y sociales del fracking propició la creación de un grupo de trabajo interinstitucional en 2014. Este grupo, formado por representantes del gobierno, la industria petrolera y la sociedad civil, se estableció con el objetivo de elaborar un marco regulatorio que equilibrara los intereses económicos con la necesidad de salvaguardar el medio ambiente y la salud pública. Las actividades del grupo incluyeron la formulación de recomendaciones para políticas y regulaciones que atendieran los impactos ambientales detectados y aseguraran la sostenibilidad de los proyectos de fracking en Colombia (Sánchez, 2015).

Durante 2015-2017: Creciente Oposición y Moratoria Temporal. En este período, la oposición al fracking en Colombia creció significativamente debido a las preocupaciones expresadas por las comunidades locales y los grupos ambientalistas. En 2015, se realizaron numerosas manifestaciones y protestas en varias ciudades y regiones del país, especialmente en aquellas afectadas por las actividades de exploración de fracking. Estos movimientos sociales destacaron los posibles riesgos asociados con la técnica, tales como la contaminación

de los recursos hídricos y los impactos adversos en la salud pública. Los grupos ecologistas, respaldados por investigaciones y estudios previos, argumentaron que el fracking podría tener efectos perjudiciales a largo plazo sobre el medio ambiente y las comunidades, lo que intensificó la presión pública sobre el gobierno para reconsiderar y revisar la regulación existente (Méndez, 2016).

En respuesta a la creciente presión social y política, el gobierno colombiano impuso en 2016 una moratoria en la adjudicación de nuevas licencias para fracking. Esta moratoria tenía como objetivo permitir una evaluación más exhaustiva de los riesgos asociados con el fracking y fortalecer el marco regulatorio existente. La moratoria también buscaba proporcionar tiempo adicional para revisar y actualizar las políticas y regulaciones, asegurando que se incorporaran las preocupaciones y recomendaciones derivadas de las manifestaciones y estudios realizados por expertos. Durante este tiempo, se estableció un período de revisión y consulta pública para garantizar que las nuevas regulaciones reflejaran adecuadamente los riesgos identificados y las mejores prácticas internacionales en la gestión de fracking (González, 2017).

En 2017, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible iniciaron estudios detallados sobre los impactos ambientales y sociales del fracking. Estos estudios incluyeron consultas con expertos y comunidades locales para obtener una comprensión más completa de los posibles efectos de la técnica. El objetivo principal de estos estudios era proporcionar una base sólida de información científica y técnica que pudiera guiar la formulación de políticas y regulaciones más rigurosas. La participación de las comunidades locales fue clave para identificar y abordar las preocupaciones específicas relacionadas con la seguridad y el bienestar, lo que ayudó a

garantizar que las futuras decisiones sobre el fracking se basaran en una evaluación integral y equilibrada de los riesgos y beneficios (Ministerio de Ambiente, 2018).

En 2018: Moratoria y Evaluación Regulatoria: El gobierno colombiano decidió suspender temporalmente la adjudicación de nuevas licencias para fracking. Esta medida se tomó para permitir una revisión exhaustiva de la normativa existente y realizar ajustes en las políticas basados en los hallazgos de los estudios recientes. La moratoria respondió a una creciente preocupación pública y a los resultados de investigaciones que indicaban posibles riesgos ambientales y sociales asociados con la técnica de fracking. Durante este período, se realizaron evaluaciones detalladas para actualizar y reforzar el marco regulatorio, con el fin de abordar las deficiencias identificadas en las normativas previas y garantizar una mayor protección ambiental y social. Esta suspensión temporal también proporcionó una oportunidad para incorporar las mejores prácticas internacionales y ajustar las políticas en función de la evidencia científica más reciente (Consejo de Estado, 2018).

Además, durante 2018, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emprendieron una serie de estudios adicionales sobre los impactos del fracking. Estos estudios incluyeron evaluaciones más detalladas de los posibles impactos en el componente ambiental y componente social, así como consultas públicas y reuniones con expertos en la materia. La revisión abarcó aspectos como la gestión del agua, la contaminación del suelo y los posibles efectos sobre la salud pública. Los resultados de estos estudios fueron fundamentales para reformular las políticas y regulaciones relacionadas con el fracking, con el objetivo de asegurar que cualquier actividad futura se llevara a cabo bajo estrictas normas de seguridad y sostenibilidad (Ministerio de Ambiente, 2018).

La decisión de suspender las licencias para fracking también permitió que se avanzara en la creación de un grupo de trabajo interinstitucional. Este grupo, compuesto por representantes del gobierno, la industria y la sociedad civil, fue encargado de revisar y proponer nuevas directrices y regulaciones para el fracking. Su objetivo era garantizar que las políticas futuras fueran equilibradas, basadas en evidencia científica y adaptadas a las necesidades y preocupaciones de las comunidades locales. Esta revisión integral buscó asegurar una gestión más transparente y participativa en la toma de decisiones sobre el fracking en Colombia (Sánchez, 2019).

En el periodo 2019-2021: Revisión y Desarrollo de un Marco Regulatorio: Durante este período, el gobierno colombiano llevó a cabo una revisión exhaustiva de la normativa sobre fracking con el objetivo de desarrollar un marco regulatorio más robusto. En 2019, se establecieron comisiones interdisciplinarias para evaluar los impactos del fracking y proponer mejoras a la normativa existente. Estas comisiones estaban compuestas por representantes del gobierno, expertos técnicos y miembros de comunidades afectadas. El enfoque interdisciplinario permitió una evaluación integral de los riesgos y beneficios asociados con el fracking, así como la integración de diversas perspectivas en la formulación de nuevas políticas (García, 2020).

En 2020, el proceso de revisión incluyó consultas públicas y audiencias para discutir las propuestas de regulación del fracking. Estas consultas fueron fundamentales para recoger las opiniones de expertos y de las comunidades afectadas, permitiendo una mayor transparencia y participación en la elaboración de la normativa. La participación de la sociedad civil y las organizaciones ambientales fue crucial para abordar las preocupaciones y recomendaciones sobre la regulación propuesta, asegurando que las normativas finales

reflejaran un consenso más amplio y tuvieran en cuenta los impactos sociales y ambientales (Martínez, 2021).

En 2021, la ANH y el Ministerio de Ambiente publicaron un conjunto de recomendaciones para una regulación más estricta del fracking. Estas recomendaciones incluyeron la implementación de requisitos más rigurosos para la EIA y medidas de control más estrictas durante la ejecución de proyectos de fracking. El objetivo era garantizar una mayor protección ambiental y social, alineando la normativa colombiana con las mejores prácticas internacionales y respondiendo a las preocupaciones expresadas durante el proceso de revisión (Pérez, 2021).

Proyectos Actuales y Futuras Perspectivas

Bloque CPO-9 (Cuenca de los Llanos): Ecopetrol y Canacol Energy han iniciado pruebas piloto en el Bloque CPO-9 para evaluar la viabilidad del fracking. Estas pruebas incluyen perforaciones y la inyección de fluidos para determinar la cantidad de recursos recuperables y los impactos potenciales. La evaluación está en curso y se está monitoreando de cerca el impacto ambiental y social de las actividades (Ecopetrol, 2022).

La empresa enfrenta desafíos significativos en la gestión del agua utilizada en el fracking y en la respuesta a las preocupaciones de las comunidades locales sobre la contaminación y el impacto en los recursos hídricos (García, 2022).

Proyecto de Investigación de Yacimientos No Convencionales (PIV): El Proyecto de Investigación de Yacimientos No Convencionales (PIV), auspiciado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), busca explorar y evaluar el potencial de los YNC en varias regiones

del país, incluida la Cuenca de los Llanos y la Cuenca de Catatumbo. El proyecto incluye estudios de impacto ambiental y consultas a comunidades afectadas (ANH, 2023).

El proyecto se encuentra en fase de evaluación, con EIA en curso y consultas a comunidades afectadas. Los resultados preliminares son prometedores, pero la implementación completa aún depende de la resolución de cuestiones regulatorias y sociales (Jaramillo, 2023).

La evolución de la normativa será crucial para la futura implementación del fracking en Colombia. El gobierno está en proceso de actualizar y fortalecer el marco regulatorio para abordar las preocupaciones ambientales y sociales. Esto incluye la revisión de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, las consultas comunitarias y las medidas de mitigación (Ministerio de Ambiente, 2024).

Las perspectivas futuras del fracking en Colombia también dependen de la capacidad del país para atraer inversión y desarrollar tecnologías que minimicen los impactos ambientales. La inversión en investigación y desarrollo será clave para asegurar una implementación sostenible y segura de la técnica (Sánchez, 2024).

Marco Normativo Nacional en Colombia

Decreto 3004 de 2013 establece el régimen de licenciamiento ambiental para la exploración y extracción de hidrocarburos en Colombia, abarcando también la fracturación hidráulica o fracking. Este decreto especifica los requisitos que deben cumplirse para presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y las condiciones necesarias para la aprobación de las licencias correspondientes. Su objetivo es garantizar que las actividades de fracking se realicen con medidas que reduzcan los impactos negativos en el medio ambiente,

protejan los recursos naturales y resguarden a las comunidades afectadas. De acuerdo con el decreto, “las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, incluida la fracturación hidráulica, están sujetas a regulación y deben seguir procedimientos específicos para la evaluación y el control ambiental” (Presidencia de la República, 2013).

Ley 1753 de 2015: Conocida como el Plan Nacional de Desarrollo, esta ley aborda la regulación de técnicas de extracción de hidrocarburos, como el fracking. Establece directrices para la explotación de recursos no convencionales y refuerza las medidas de protección ambiental y social. Su objetivo es equilibrar el desarrollo energético del país con la conservación del medio ambiente y la protección de los derechos de las comunidades afectadas. La ley específica que “los lineamientos para el manejo de recursos no convencionales y la regulación de técnicas como la fracturación hidráulica incluyen medidas de protección ambiental y social” (Congreso de la República, 2015).

Resolución 903 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: define los procedimientos y criterios técnicos para un EIA en proyectos de fracking. Establece requisitos para los EIA, que deben ser exhaustivos y considerar tanto los impactos directos como indirectos, así como las medidas de mitigación necesarias. La normativa asegura una gestión ambiental adecuada y la protección de la salud pública. La resolución establece que “los criterios y procedimientos para la evaluación ambiental de proyectos de fracking incluyen la realización de estudios exhaustivos y la implementación de medidas de mitigación adecuadas” (Ministerio de Ambiente, 2015).

Ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015: La Ley 99 de 1993 establece que cualquier proyecto, obra o actividad que pueda causar un deterioro significativo a los recursos naturales o al medio ambiente requiere una licencia ambiental. Definida en el artículo 50, esta licencia

es otorgada por la autoridad ambiental competente y está sujeta al cumplimiento de requisitos específicos para la prevención, mitigación y manejo de los impactos ambientales. Para obtener esta licencia, es necesario presentar un EIA que proporcione información detallada sobre la ubicación del proyecto, los impactos potenciales sobre el medio ambiente y los planes de gestión propuestos (Art. 57).

El Decreto 1076 de 2015 delega a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) la responsabilidad de otorgar licencias ambientales para actividades de hidrocarburos, incluyendo la perforación y explotación. La licencia ambiental para proyectos de hidrocarburos abarca toda el área de explotación y exige un plan de manejo ambiental específico para cada actividad (Art. 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.1.4). Además, el EIA debe incluir un análisis detallado de la sensibilidad ambiental y de las actividades relacionadas con la perforación y el transporte de fluidos (Art. 2.2.2.3.5.1). La normativa también destaca la participación comunitaria, requiriendo que las comunidades afectadas sean informadas y que sus aportes se consideren en la elaboración del EIA (Art. 2.2.2.3.3.3).

Para proyectos que involucren YNC, se deben seguir procedimientos adicionales, y la licencia puede modificarse para incluir nuevas actividades dentro del área licenciada (Art. 2.2.2.3.7.1). La Resolución 0421 de 2014 especifica términos adicionales para el EIA en proyectos de perforación, estableciendo requisitos para el manejo seguro de fluidos y prohibiendo los vertimientos sin tratamiento. También exige medidas para el manejo del ruido, las emisiones atmosféricas y la socialización de los riesgos ambientales y sociales con la comunidad. Finalmente, se deben implementar planes de contingencia para derrames y fugas, así como un plan de desmantelamiento adecuado al finalizar las actividades (Numerales 7.9 y 7.10 del Anexo).

Marco Constitucional y Respuesta del Gobierno Nacional

El marco constitucional de Colombia establece que la propiedad del subsuelo y los recursos naturales no renovables pertenece al Estado, el cual tiene la responsabilidad de planificar su manejo y aprovechamiento. Este principio ha generado tensiones con otros principios igualmente importantes, como la autonomía de los entes territoriales y la protección ambiental. La Corte Constitucional ha abordado estas tensiones en diversos fallos, reconociendo la competencia de los municipios sobre la exploración y explotación de recursos, pero también estableciendo que las autoridades locales no pueden bloquear estas actividades. En el ámbito ambiental, el principio de precaución ha llevado al Consejo de Estado a suspender normas relacionadas con YNC, argumentando que las autoridades deben actuar con diligencia para mitigar impactos potenciales al medio ambiente y a la salud, incluso sin certeza científica plena (Corte Constitucional, 2020; Consejo de Estado, 2019).

El Gobierno Nacional ha respondido a estas tensiones mediante la expedición de normas para la exploración y producción de hidrocarburos en YNC, comenzando con el Decreto 3004 de 2013, que posteriormente se integró en el Decreto 1073 de 2015. Aunque el Ministerio de Minas y Energía emitió regulaciones que fueron suspendidas por el Consejo de Estado debido a la falta de consideraciones ambientales, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, junto con la Agencia Nacional de Hidrocarburos, han desarrollado y ajustado normas específicas para la exploración y producción de hidrocarburos. Esto incluye la Resolución 0421 de 2014, que detalla los requisitos para los EIA y planes de manejo para YNC. A pesar de un marco regulatorio robusto y en desarrollo, persisten desafíos en su aplicación y en la integración de consideraciones ambientales y territoriales (Decreto 1073 de 2015; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Procedimientos de Licenciamiento y Control Ambiental: Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Para obtener una licencia para llevar a cabo proyectos de fracking, es fundamental presentar un estudio de impacto ambiental detallado, realizado por expertos competentes. Este estudio debe analizar de manera completa los posibles efectos del fracking en el medio ambiente y en la salud pública. La normativa establece que los análisis deben incorporar medidas específicas de mitigación para prevenir o disminuir los efectos negativos (Decreto 3004 de 2013). De acuerdo con el decreto, “los estudios de impacto ambiental deben ser elaborados por profesionales capacitados y deben incluir una evaluación minuciosa de los impactos potenciales y las medidas de mitigación pertinentes” (Decreto 3004 de 2013).

La legislación colombiana también exige la consulta previa con las comunidades afectadas, particularmente en territorios indígenas y afrocolombianos. Este proceso busca garantizar la cooperación efectiva de las comunidades en la determinación de decisiones y asegurar que sus opiniones y preocupaciones sean consideradas. La consulta debe ser genuina, permitiendo que las inquietudes locales se integren en la planificación y ejecución de los proyectos de fracking (Ley 1753 de 2015). En palabras de la ley, “la consulta previa es un requisito esencial para proyectos que afectan a comunidades indígenas y afrocolombianas, asegurando que sus opiniones y preocupaciones sean consideradas” (Ley 1753 de 2015).

Los proyectos de fracking están sujetos a mecanismos de monitoreo y control que aseguran el cumplimiento de las normativas ambientales. Esto incluye la supervisión continua durante la operación del proyecto y la implementación de medidas correctivas en caso de incumplimiento. Los informes periódicos son cruciales para documentar el

cumplimiento de las normativas y la gestión de los impactos ambientales (Resolución 903 de 2015). Como establece la resolución, “el monitoreo ambiental debe ser continuo e incluir informes periódicos sobre el cumplimiento de las normativas y la gestión de impactos” (Resolución 903 de 2015).

Aunque la legislación colombiana busca equilibrar el desarrollo energético con la protección ambiental, enfrenta desafíos en términos de actualización y adaptabilidad. Es esencial revisar periódicamente la normativa para que se mantenga alineada con los avances científicos y tecnológicos y continúe protegiendo el medio ambiente y las comunidades locales (Ministerio de Ambiente, 2023). La normativa debe ser revisada regularmente para “asegurar que se mantenga en línea con los avances científicos y tecnológicos y que continúe protegiendo el medio ambiente y las comunidades locales” (Resolución 903 de 2015).

A pesar de que la normativa requiere consulta previa, la participación comunitaria efectiva puede ser limitada en la práctica. Es crucial que esta consulta sea auténtica y que las preocupaciones locales se integren adecuadamente en el proceso de toma de decisiones. La transparencia en la información y la inclusión de las preocupaciones comunitarias son fundamentales para una gestión adecuada de los proyectos de fracking (Congreso de la República, 2022). La participación comunitaria debe ser genuina y asegurar que “las preocupaciones locales se integren en el proceso de toma de decisiones” (Ley 1753 de 2015).

Uno de los principales desafíos es la implementación inconsistente de la normativa entre regiones, lo que puede dar lugar a brechas en la protección ambiental y social. La normativa debe aplicarse de manera uniforme en todo el país para garantizar una protección adecuada (Presidencia de la República, 2022). Como se señala, “la falta de uniformidad en

la implementación de la normativa puede resultar en una protección inadecuada del medio ambiente y de las comunidades locales” (Ley 1753 de 2015).

A veces, los estudios de impacto ambiental pueden no ser lo suficientemente exhaustivos o no considerar todos los posibles efectos a largo plazo del fracking. Es esencial actualizar regularmente estos estudios para reflejar nuevas evidencias y conocimientos (Ministerio de Ambiente, 2024). De acuerdo con la resolución, “los estudios de impacto ambiental deben ser actualizados regularmente para reflejar nuevas evidencias y conocimientos” (Resolución 903 de 2015).

Aunque la normativa exige consulta previa, la participación comunitaria efectiva puede ser limitada, y las preocupaciones locales pueden no ser adecuadamente abordadas. Es crucial que esta participación sea auténtica y que las preocupaciones locales sean integradas en la determinación de decisiones (Cano, 2023). En este contexto, “la participación comunitaria debe ser genuina y asegurar que las preocupaciones locales se integren en el proceso de toma de decisiones” (Ley 1753 de 2015).

Desarrollo Reciente y Controversias

En abril de 2023, el Senado de la República aprobó un proyecto de ley que prohíbe el fracking y la explotación de YNC. Esta legislación también ordena la reformulación de la política de transición energética, reflejando un cambio significativo en la postura del país respecto a estas técnicas de extracción. A pesar de esta decisión, el debate sobre el fracking en Colombia sigue siendo altamente polarizado, con diversas ramas del poder público adoptando posiciones contrastantes. La aprobación de esta ley subraya la creciente preocupación sobre los impactos ambientales y sociales asociados con el fracking, pero

también revela la falta de consenso en torno a la mejor forma de gestionar estos recursos (Congreso de la República, 2023).

"El Plan de Gobierno del presidente actual se inclina por la prohibición de esta técnica, citando preocupaciones ambientales y sociales" (Congreso de la República, 2023).

No obstante, existen proyectos de ley dentro del Congreso que proponen iniciar pruebas piloto para evaluar la viabilidad técnica y ambiental del fracking antes de tomar decisiones definitivas. Los defensores de estas pruebas argumentan que los pilotos permiten una evaluación más completa de los impactos y beneficios potenciales de la técnica, proporcionando datos que pueden informar futuras políticas. La discusión sobre la viabilidad de estas pruebas piloto refleja la tensión entre el deseo de avanzar tecnológicamente y la necesidad de asegurar prácticas responsables y sostenibles (Ecopetrol, 2023).

"Los pilotos permiten evaluar la viabilidad técnica y ambiental antes de tomar decisiones definitivas" (Ecopetrol, 2023).

En respuesta a la controversia, el Consejo de Estado solicitó una nueva comisión de estudio, liderada por la Universidad Nacional de Colombia, para analizar los riesgos asociados con la explotación de hidrocarburos en YNC. La Comisión Interdisciplinaria Independiente, convocada por el presidente Duque, llevó a cabo una evaluación exhaustiva de los impactos potenciales del fracking. Esta evaluación incluyó visitas a comunidades afectadas y un análisis detallado de los procesos de exploración en "roca generadora", buscando proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre el futuro de la técnica en el país (Universidad Nacional de Colombia, 2024).

"La Comisión Interdisciplinaria Independiente evaluó exhaustivamente los impactos potenciales del fracking, incluyendo visitas a comunidades y evaluación de procesos de exploración en 'roca generadora'" (Universidad Nacional de Colombia, 2024).

El Magdalena Medio ha sido seleccionado como el primer territorio para realizar un piloto de fracking, sujeto a la autorización de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Ecopetrol, encargada de llevar a cabo este piloto, ha destacado que estas pruebas permitirán determinar si las nuevas tecnologías pueden extraer petróleo y gas de YNC manteniendo altos estándares ambientales y técnicos. Esta etapa piloto es vista como un paso crucial para validar la viabilidad del fracking en condiciones controladas y evaluar su impacto antes de una implementación más amplia (Ecopetrol, 2024).

"Los pilotos pueden establecer que las nuevas tecnologías permiten extraer petróleo y gas de YNC con altos estándares" (Ecopetrol, 2024).

El ambientalista Óscar Sampayó ha expresado preocupaciones significativas sobre los impactos sociales y ambientales del fracking. Sampayó señala que en otras regiones del mundo, la técnica ha causado graves daños a la salud pública y al medio ambiente, alertando sobre la necesidad de una evaluación crítica y exhaustiva antes de proceder con la explotación de YNC en Colombia. Estas preocupaciones reflejan el escepticismo de algunos sectores hacia la capacidad del país para manejar adecuadamente los riesgos asociados con el fracking (Sampayó, 2024).

"Óscar Sampayó expone preocupaciones sobre los impactos sociales y ambientales del fracking, señalando que ha causado daños a la salud y al medio ambiente en otras regiones" (Sampayó, 2024).

Finalmente, se ha enfatizado la necesidad de democratizar el acceso a los estudios geológicos realizados por empresas privadas. Es crucial que esta información sea compartida con la comunidad y que se cumpla con la Ley de Transparencia. La apertura de estos datos permitirá una mayor participación pública y garantizará que las decisiones sobre la explotación de YNC se tomen de manera informada y transparente, fortaleciendo la confianza en los procesos regulatorios y de toma de decisiones (Donado, 2024).

"Es crucial que la información geológica realizada por empresas privadas sea compartida con la comunidad y se cumpla con la Ley de Transparencia" (Donado, 2024).

Análisis

La explotación de YNC de roca generadora, comúnmente conocidos como yacimientos de petróleo y gas de esquisto, es ahora un tema central en la industria energética global. Estos yacimientos, que requieren técnicas como la fracturación hidráulica (fracking) para extraer los hidrocarburos, presentan tanto oportunidades como desafíos significativos. En América Latina, Colombia y Argentina emergen como dos países con importantes reservas de estos recursos. Sin embargo, sus enfoques hacia la explotación de estos yacimientos divergen notablemente debido a diferencias en sus marcos legales, características geográficas y prioridades socioambientales.

De acuerdo con el documento: "Modelo de caso: Una verdadera resolución sobre fracking en Entre Ríos" García, M. A. (2020) concluye que, en Argentina, en términos jurídicos, hay un conflicto axiológico entre el **derecho al trabajo** y el **derecho a un ambiente sano**, lo que requiere un balance cuidadoso en la toma de decisiones. El conflicto en torno al derecho al trabajo se presenta porque la salvaguarda de este derecho puede chocar con la necesidad de mantener un ambiente saludable. En contextos donde se autorizan

actividades como el fracking, se sostiene que se crean empleos; sin embargo, esto puede poner en riesgo la salud del entorno y, a largo plazo, perjudicar la calidad de vida de la población. Por lo tanto, surge la necesidad de determinar cuál de estos derechos debe tener prioridad en el marco jurídico argentino, lo que plantea un dilema ético y legal.

Asimismo, se subraya la relevancia de contar con pruebas en los casos relacionados con el medio ambiente, ya que la ausencia de evidencia puede debilitar las reclamaciones sobre los daños ocasionados. Finalmente, se reafirma la necesidad de dar prioridad a la protección del medio ambiente como un bien jurídico esencial para las generaciones actuales y futuras. Esta discrepancia pone de manifiesto la carencia de una regulación uniforme a nivel nacional y la necesidad de evaluar las implicaciones ambientales y sociales de la explotación de hidrocarburos. Además, se destaca que la oposición social en las provincias donde se permite el fracking refleja una creciente preocupación por la conservación de los recursos naturales y la salud ambiental (García, M. A, 2020).

El análisis del marco jurídico colombiano y argentino revela diferencias significativas en la regulación de actividades como el fracking, influenciadas por la estructura política de cada país. Argentina, al ser un estado federal, otorga a sus provincias la facultad de administrar los recursos naturales que se encuentran en su territorio. Esta descentralización permite que cada provincia tenga la jurisdicción necesaria para decidir sobre la explotación de hidrocarburos, incluyendo el fracking. Además, Argentina ha estado atravesando una crisis energética que ha llevado al país a depender de importaciones de gas para satisfacer su demanda interna. Esta situación ha generado un contexto propicio para que las provincias flexibilicen sus regulaciones y permitan el fracking como una forma de aumentar la producción de recursos energéticos y mitigar la crisis.

Por otro lado, Colombia, al no ser un estado federal, mantiene un marco jurídico más centralizado en cuanto a la regulación de sus recursos naturales. Hasta ahora, el país no ha enfrentado la necesidad de importar gas, lo que le ha permitido gestionar sus recursos de manera más estable. Sin embargo, esto no significa que el fracking no sea un tema de debate en Colombia; las preocupaciones ambientales y sociales también han influido en la regulación de esta práctica, aunque el gobierno tiene un mayor control sobre su implementación en comparación con Argentina.

Adicionalmente, el gobierno argentino ha adoptado un marco regulatorio favorable para la explotación de estos recursos, lo que incluye incentivos fiscales y una infraestructura de apoyo robusta. La Ley de Hidrocarburos de Argentina establece condiciones claras para la exploración y explotación de YNC, facilitando la inversión extranjera y local. Esta legislación no solo promueve el desarrollo de recursos energéticos, sino que también busca reducir la dependencia de importaciones de energía, impulsando así la economía nacional.

Mientras que, Colombia también posee potencial en YNC, especialmente en las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Cesar-Ranchería. Sin embargo, el enfoque del país hacia la explotación de estos recursos es más cauteloso. A diferencia de Argentina, Colombia no ha implementado un marco regulatorio tan expansivo para el desarrollo de YNC. Esto se debe en parte a preocupaciones ambientales y sociales, así como a la presión de comunidades locales y organizaciones ambientalistas. En consecuencia, la legislación colombiana es más restrictiva, reflejando un enfoque precautorio hacia la explotación de estos recursos.

En cuanto a consideraciones geográfica y ambientales puede observarse que la ubicación de Vaca Muerta en Argentina presenta ciertas ventajas para la explotación de YNC. El área es relativamente árida y está alejada de grandes reservas naturales y cuerpos de agua

significativos, lo que reduce los riesgos de contaminación y facilita la gestión de residuos. Además, el aislamiento geográfico del yacimiento disminuye las posibles consecuencias de la actividad sísmica inducida, un riesgo asociado al fracking (Zheng, R., et al, 2024).

En contraste, Colombia enfrenta un desafío considerable debido a la interconexión de sus yacimientos potenciales con importantes cuerpos de agua y sistemas acuíferos. Las cuencas donde se encuentran estos yacimientos están interconectadas con ríos y acuíferos que son indispensables para el suministro de agua potable y el mantenimiento de ecosistemas locales. Esto complica la implementación de fracking, ya que existe el riesgo de contaminación de estas fuentes de agua, lo que tendría consecuencias devastadoras para todos (Cortes, J, et al, 2022).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, el principio de precaución es una consideración central en la política ambiental y energética de Colombia. Este principio sugiere que, en ausencia de certeza científica sobre los riesgos ambientales de una acción, se deben tomar medidas para evitar daños potenciales. Aplicado a la explotación de YNC, esto implica una moratoria o restricciones significativas en la perforación y operaciones de fracturamiento hidráulico, especialmente cerca de reservas de agua.

Del mismo modo, la teoría de recarga de acuíferos activos ofrece una perspectiva científica adicional sobre los riesgos potenciales de la explotación de YNC en áreas conectadas a sistemas acuíferos. Según esta teoría, la extracción de hidrocarburos puede alterar la presión y el flujo de agua en los acuíferos, provocando migraciones de agua hacia zonas de menor presión. En el contexto de YNC, esto significa que el fracking podría facilitar la contaminación de acuíferos con productos químicos utilizados en el proceso, poniendo en riesgo la calidad del agua subterránea (Gómez-Moncada, R. A., et al, 2022).

Ahora bien, en cuanto a la divergencia entre los dos países en cuanto estrategias y resultados podemos observar que, en Argentina, los YNC representan impulso económico y desafíos ambientales, el país gaucho ha optado por un enfoque agresivo en la explotación de YNC, impulsado por la necesidad de recursos energéticos y el potencial de Vaca Muerta. Este enfoque ha traído beneficios económicos significativos, incluyendo inversiones extranjeras, creación de empleos y un aumento en la producción de petróleo y gas. Sin embargo, también ha suscitado preocupaciones sobre el impacto ambiental y la sostenibilidad a largo plazo, especialmente en términos de manejo de aguas residuales y riesgos sísmicos.

Colombia, por su parte, ha aplicado el principio de precaución para la conservación de recursos naturales, el país ha priorizado la conservación de sus recursos hídricos, reflejando una postura más conservadora frente a la explotación de YNC. Esta estrategia ha sido respaldada por diversos sectores de la sociedad civil y académicos, quienes abogan por un desarrollo sostenible y la adopción de energías renovables como alternativas al fracking. Aunque este enfoque puede limitar el desarrollo económico inmediato derivado de la explotación de hidrocarburos, también resguarda los recursos naturales y minimiza los riesgos de conflictos socioambientales.

Por consiguiente, en cuanto a perspectivas futuras, tanto Argentina como Colombia podrían beneficiarse de la inversión en tecnologías limpias y prácticas sostenibles de extracción. Esto abarca el desarrollo de métodos avanzados de fracturamiento hidráulico que reduzcan el consumo de agua y la liberación de contaminantes, así como la vigilancia constante de la calidad del agua y de la actividad sísmica. La colaboración internacional y el intercambio de saberes pueden ser fundamentales para fomentar prácticas más responsables en el sector. A largo plazo, es crucial que ambos países diversifiquen su matriz energética y

avancen hacia fuentes de energía renovable. Argentina y Colombia cuentan con un considerable potencial en energías renovables, como la solar, eólica y geotérmica, que pueden complementar y, eventualmente, sustituir la dependencia de los hidrocarburos. Invertir en infraestructura energética sostenible y aplicar políticas que promuevan la energía limpia son pasos esenciales para lograr una transición energética que sea viable tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

Por último, la inclusión de las comunidades locales y la creación de un marco de gobernanza ambiental robusto son aspectos clave para asegurar que la extracción de recursos no convencionales se lleve a cabo de forma responsable. Esto implica realizar consultas previas y bien informadas con las comunidades impactadas, promover la transparencia en el proceso de toma de decisiones y establecer un sistema de regulación y supervisión eficaz que garantice el respeto a los estándares ambientales.

Observando la postura del gobierno colombiano ante esta cuestión, desde su asunción como presidente de Colombia en 2022, Gustavo Petro ha marcado un claro enfoque hacia la sostenibilidad ambiental y la protección de los recursos naturales. Una de las iniciativas más destacadas de su administración ha sido el impulso de una ley anti-fracking, orientada a prohibir la exploración y explotación de hidrocarburos mediante la fracturación hidráulica en el país. Esta medida refleja la visión del presidente Petro de avanzar hacia una economía más verde y sostenible, priorizando la preservación del medio ambiente y la salud pública sobre los beneficios económicos a corto plazo que podrían derivarse de esta práctica controversial. El presidente ha argumentado que Colombia no puede permitirse el lujo de arriesgar sus recursos naturales en un momento en que el cambio climático y la degradación ambiental son

amenazas cada vez más graves. En su lugar, ha abogado por una transición hacia energías renovables, aprovechando el potencial del país en áreas como la energía solar y eólica.

La propuesta de ley anti-fracking presentada bajo el gobierno de Gustavo Petro busca establecer una prohibición total del fracking en todo el territorio colombiano. Esta iniciativa legislativa no solo prohíbe la explotación, sino que también restringe las actividades de exploración que puedan conducir al uso de fracking en el futuro.

Los principales objetivos de la ley incluyen la protección de recursos hídricos, la preservación de la biodiversidad, la protección de la salud pública y la promoción de energías renovables. La ley pretende salvaguardar las fuentes de agua subterránea y superficiales que podrían estar en riesgo de contaminación por las sustancias químicas utilizadas en el fracking, proteger los ecosistemas únicos de Colombia de los posibles impactos negativos del fracturamiento hidráulico y al prevenir la contaminación del agua y la emisión de contaminantes atmosféricos, proteger la salud de las comunidades locales. Asimismo, la ley es vista como un paso hacia una transición energética promoviendo la inversión en energías limpias y sostenibles.

La propuesta de ley ha generado un amplio debate en Colombia. Si bien ha sido acogida con entusiasmo por organizaciones ambientalistas y sectores progresistas, también ha enfrentado críticas de la industria petrolera y de algunos economistas que advierten sobre las posibles pérdidas económicas y de empleo. Estos críticos argumentan que la prohibición podría limitar el desarrollo de la industria energética del país y la independencia energética. Por otro lado, los defensores de la ley subrayan que los beneficios económicos a corto plazo de la explotación de hidrocarburos no justifican los riesgos ambientales y de salud pública. Además, destacan que la transición hacia energías renovables no solo es necesaria para

combatir el cambio climático sino que también puede generar nuevas oportunidades laborales y económicas en sectores en crecimiento.

Implementar y hacer cumplir la ley anti-fracking representará un desafío significativo para el gobierno de Petro especialmente en un país con una historia de conflictos de intereses y dificultades en la aplicación de la legislación ambiental.

En resumen, la estructura federal de Argentina facilita un enfoque más permisivo hacia el fracking en un contexto de crisis energética, mientras que el marco centralizado de Colombia le permite gestionar sus recursos sin la presión inmediata de importaciones, aunque también enfrenta sus propios retos en términos de regulación y sostenibilidad ambiental. Este contraste resalta cómo las diferencias en la organización política y las necesidades energéticas pueden influir en la manera en que se abordan las actividades de extracción de recursos.

Cabe mencionar que si en un futuro Colombia en otro gobierno, o en otras condiciones respecto a energía y gas, evaluará la implementación de fracking, deberá actualizar la legislación para incluir criterios más estrictos de evaluación de impacto ambiental, así como mecanismos más robustos de control y sanción. La legislación actual debe ser revisada para asegurar que los estudios de impacto ambiental no solo evalúen los efectos inmediatos, sino también los impactos a largo plazo. Esto implica una revisión exhaustiva de los métodos y herramientas utilizadas para la evaluación, así como la implementación de sanciones más severas en caso de incumplimiento. Un enfoque proactivo en la revisión y ajuste de las normas puede ayudar a prevenir daños ambientales significativos y promover una gestión más efectiva de los recursos naturales (Presidencia de la República, 2024).

"Las reformas legislativas deben incluir criterios más estrictos para la evaluación de impactos ambientales y establecer mecanismos de control y sanción más efectivos" (Decreto 3004 de 2013).

Además, es esencial incorporar disposiciones en la normativa que permitan la evaluación y adaptación a nuevas tecnologías y prácticas en el fracking. La evolución tecnológica en este campo puede ofrecer métodos más eficientes y menos perjudiciales. Las normas deben contemplar la integración de estas innovaciones y asegurar que se utilicen las mejores prácticas disponibles para minimizar los impactos ambientales. Esto también implica una actualización periódica de las regulaciones para reflejar los avances en tecnología y prácticas sostenibles (Ecopetrol, 2024).

"La legislación debe adaptarse a las innovaciones tecnológicas en el campo del fracking para garantizar que se utilicen las mejores prácticas disponibles" (Resolución 903 de 2015).

Para abordar los impactos del fracking de manera efectiva, es crucial implementar estrategias de gestión más inclusivas y participativas que integren a las comunidades afectadas desde el inicio del proceso. Estas estrategias deben garantizar que las preocupaciones y necesidades de las comunidades se consideren adecuadamente y que se establezcan mecanismos claros para la compensación y mitigación de los impactos. La participación activa de las comunidades puede contribuir a una mayor aceptación social y a la identificación temprana de posibles problemas, facilitando una gestión más eficaz y equitativa de los proyectos (Ministerio de Ambiente, 2024).

"Las estrategias de gestión ambiental deben incluir una participación significativa de las comunidades afectadas y mecanismos claros para la compensación y mitigación" (Ley 1753 de 2015).

Por último, es fundamental establecer sistemas de monitoreo y evaluación continuos para asegurar que los proyectos de fracking cumplan con las normativas, a lo largo de su ciclo de vida. Estos sistemas deben ser capaces de detectar desviaciones y problemas a tiempo, permitiendo la implementación de medidas correctivas y ajustes necesarios para cumplir con las regulaciones vigentes. Un enfoque de monitoreo robusto no solo garantiza el cumplimiento normativo, sino que también ayuda a mitigar impactos negativos y a proteger tanto el medio ambiente como las comunidades locales (Sánchez, 2024).

“El monitoreo y la evaluación continua son esenciales para asegurar el cumplimiento de las normativas y para ajustar las medidas de gestión según sea necesario” (Resolución 903 de 2015).

Conclusiones

El análisis sobre el dilema de la producción de hidrocarburos provenientes de YNC en Colombia y Argentina ha revelado una compleja interrelación entre las regulaciones legales, las realidades socioeconómicas y las preocupaciones ambientales. A través de la comparación de los marcos normativos de ambos países, se han identificado no solo las diferencias y similitudes jurídicas, sino también los retos y oportunidades que enfrentan en la búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes que emergen de este estudio, destacando las lecciones aprendidas y las perspectivas futuras para ambos países en su gestión de recursos no convencionales.

Diversidad Normativa y Enfoques Regulatorios: La comparación entre el marco normativo de Colombia y Argentina revela diferencias significativas en la regulación de la exploración y producción de YNC. Mientras que Argentina, como estado federal, permite una mayor flexibilidad y autonomía a las provincias para gestionar sus recursos, Colombia presenta un enfoque más centralizado y cauteloso, reflejando una priorización de la protección ambiental sobre la explotación de recursos.

Conflictos de Intereses y Prioridades Sociales: Ambos países enfrentan dilemas éticos y legales relacionados con el derecho al trabajo y el derecho a un ambiente sano. En Argentina, la necesidad de empleo en el contexto de crisis energética puede conducir a decisiones que comprometen la salud ambiental. En Colombia, las preocupaciones sociales y ambientales han generado un marco legal más restrictivo, evidenciando un enfoque precautorio que prioriza la sostenibilidad a largo plazo sobre los beneficios económicos inmediatos.

Impacto de las Legislaciones en la Sostenibilidad: Las diferencias en las legislaciones colombiana y argentina impactan directamente en la gestión ambiental y la sostenibilidad. La legislación más permisiva de Argentina, en medio de la crisis energética, ha facilitado un aumento en la producción de hidrocarburos, pero también ha suscitado inquietudes sobre su impacto ambiental. En contraste, la legislación restrictiva de Colombia busca proteger sus recursos hídricos y ecosistemas, aunque esto podría limitar el desarrollo económico inmediato.

Importancia del Principio de Precaución: En Colombia, el principio de precaución se manifiesta en una moratoria sobre el fracking y en la consideración de los impactos ambientales antes de autorizar actividades de extracción. Este enfoque, junto con

la teoría de recarga de acuíferos, refuerza la necesidad de proteger las fuentes de agua y prevenir la contaminación, resaltando la responsabilidad hacia las generaciones futuras.

Derechos de la naturaleza: La inclusión de derechos a la naturaleza en las constituciones de Ecuador y Bolivia representa un avance significativo hacia un marco legal que reconoce la interconexión entre humanos y medio ambiente, siendo Ecuador el primer país en hacerlo en 2008 y Bolivia en 2010 al otorgar derechos colectivos a la naturaleza. En contraste, Argentina y Colombia, aunque no tienen estos derechos explícitamente reconocidos, enfrentan presiones sociales para proteger sus recursos naturales, lo que refleja la necesidad de voluntad política para avanzar en este sentido. Mientras Argentina lidia con el debate sobre el fracking y Colombia adopta un enfoque cauteloso con su reciente propuesta de ley anti-fracking, es relevante notar que varios países europeos y algunos estados de EE. UU. han prohibido el fracking basándose en el principio de precaución. Esto resalta la importancia de equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental en el contexto actual.

Retos y Oportunidades Futuras: Tanto Colombia como Argentina deben encontrar un balance entre la explotación de recursos no convencionales y la protección ambiental. Invertir en tecnologías limpias y prácticas sostenibles de extracción, así como en la diversificación hacia energías renovables, es esencial para asegurar un futuro energético sostenible. La cooperación internacional y el intercambio de conocimientos pueden ser cruciales para avanzar en esta dirección.

El Rol de las Comunidades Locales: La participación de las comunidades locales en la toma de decisiones y la gobernanza ambiental es fundamental. Consultas previas y

transparentes garantizarán que las decisiones sobre la explotación de recursos no convencionales consideren las preocupaciones y derechos de las comunidades afectadas.

Desafíos de Implementación en Colombia: La propuesta de ley anti-fracking presentada por el gobierno de Gustavo Petro refleja un compromiso claro con la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, la implementación efectiva de esta ley enfrentará desafíos significativos, incluyendo la resistencia de la industria petrolera y las posibles repercusiones económicas. La capacidad del gobierno para gestionar estos conflictos de interés será clave para garantizar la protección del medio ambiente y la salud pública.

Bibliografía

Acacio, J. A., & Wyczykier, G. (2021). Territorios en conflicto: resistencia mapuche contra el fracking en Vaca Muerta. In *Anales de antropología* (Vol. 55, No. 2, pp. 179-189). Universidad Nacional Autónoma de México.

Acevedo Sanabria, M. C. (2021). Armonización técnico-jurídica para el estudio y aplicación del régimen jurídico respecto a la explotación de YNC mediante Fracking en Colombia.

Aguirre, C. L. V. (2018). APLICACIÓN DEL PRINCIPIO PRECAUTORIO A LA FRACTURA HIDÁULICA: ANÁLISIS MULTIDISCIPLINARIO DEL MARCO REGULADOR EN LOS ESTADOS UNIDOS, MÉXICO Y LA UNIÓN EUROPEA (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

Álvarez, J. (2013). Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos de Fracking en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

ANLA. (2022). Proyectos ANLA: piloto de investigación de yacimientos no convencionales. Obtenido de <https://www.anla.gov.co/>: https://www.anla.gov.co/01_anla/proyectos-anla/proyectos-piloto-de-investigacion-integral-de-yacimientos-no-convencionales

ANH. (2023). *Informe del Proyecto de Investigación de Yacimientos No Convencionales (PIV)*. Recuperado de <https://www.anh.gov.co/>

AIDA (2019). Prohibiciones y moratorias al fracking: legislación comparada

Aranguren-Díaz, Y., Galán-Freyte, N. J., Guerra, A., Manares-Romero, A., Pacheco-Londoño, L. C., Romero-Coronado, A., ... & Machado-Sierra, E. (2024). Aquifers and Groundwater: Challenges and Opportunities in Water Resource Management in Colombia. *Water*, 16(5), 685.

Arturi, R. C. (2023). Los últimos 20 años de la política petrolera Argentina. *Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Nacional de La Plata*, (53), 147-147.

Artigas, C. (2001). El principio precautorio en el derecho y la política internacional. CEPAL.

Atalayar (2019), Argelia aprueba la nueva ley de hidrocarburos pese a la oposición popular, recuperado de: <https://www.atalayar.com/articulo/politica/argelia-aprueba-nueva-ley-hidrocarburos-pese-oposicion-popular/20191013220400142763.html>

Arroyo, A., & Perdriel, A. (2014). Gobernanza del gas natural no convencional para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.eclac.org/bitstream/handle/11362/37629/S1421128_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). *Reforma a la Constitución de la República del Ecuador, Consulta Popular 2018*. Registro Oficial No. 921. Recuperado de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/marco-legal/consulta-popular-2018>

Azamar Alonso, A. (2021). Implicaciones de los principios precautorio y preventivo para el derecho a un ambiente sano en América Latina. *Economía y Sociedad*, 26(59), 34-47. <https://dx.doi.org/10.15359/eyes.26-59.2>

BCN (2021) Comparador de constituciones. <https://www.bcn.cl/procesoconstituyente/comparadordeconstituciones/home>

BCN (s.f.) Consagración Constitucional del Derecho al Ambiente Sano. Serie Minutas. N° 156-19, 04-12-19. Recuperado de:

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28464/1/Minuta_156_19_Consagracion_Constitucional_del_Derecho_al_Ambiente_Sano_.pdf

Bernal Correa, A. F. (2016). Análisis de los residuos líquidos producidos en la explotación de yacimientos no convencionales: Estudios de caso internacionales (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

Black, K. J., Boslett, A. J., Hill, E. L., Ma, L., & McCoy, S. J. (2021). Economic, environmental, and health impacts of the fracking boom. *Annual Review of Resource Economics*, 13, 311-334.

Bolivia. (2021). *Ley N° 1392: Ley de Prohibición del Fracking*. Registro Oficial. Recuperado de <https://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo> (*Asegúrate de verificar el enlace específico al texto completo de la ley en el sitio oficial o en otras fuentes gubernamentales*).

Bolivia. (2012). *Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien* (Ley N° 300). Recuperado de <https://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo> (*Verifica el enlace específico en el sitio oficial o en otras fuentes gubernamentales*).

Bolivia. (2012). *Ley de Derechos de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien*. Ley N° 071. Recuperado de <https://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo> (*Verifica el enlace específico en el sitio oficial o en otras fuentes gubernamentales*).
[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://faolex.fao.org/docs/pdf/bol146679.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://faolex.fao.org/docs/pdf/bol146679.pdf)

Bolivia. (2009). *Ley Constitucional de Derechos de la Madre Tierra*. Recuperado de <https://www.bolivia.gob.bo> (*Verifica el enlace específico en el sitio oficial o en otras fuentes gubernamentales*).

Bomberg, E. (2013). The comparative politics of fracking: Networks and framing in the US and Europe. In APSA 2013 Annual Meeting Paper, American Political Science Association 2013 Annual Meeting.

BONILLA, C. B., PINTO, D. M., & PACHÓN, D. M. D. P. G. (2022). Procedencia de la aplicación del Principio de Precaución para suspender la utilización de la técnica de fracturamiento hidráulico.

Borbón Bonilla, C. (2015). Identificación de los posibles impactos ambientales por el fracturamiento hidráulico (fracking) de yacimientos no convencionales.

Cafferatta, N. (2010). Los principios y reglas del Derecho ambiental. PNUMA, Quinto Programa Regional de Capacitación en Derecho y Políticas Ambientales, 49-63.

Cano, A. (2014). Regulación del Fracking en Colombia: Progresos y Desafíos. *Revista de Política Ambiental*, 22(1), 45-67.

Cano, J. (2023). *Evolución y desafíos de la participación comunitaria en proyectos de fracking en Colombia*. Editorial Jurídica de Colombia.

Capelli, I. A., Scasso, R. A., Spangenberg, J. E., Kietzmann, D. A., Prámparo, M., & Adatte, T. (2024). Paleoenvironmental reconstruction of the Berriasian organic-rich interval of the Vaca Muerta Formation (Neuquén Basin, Argentina): Insights for the characterization of unconventional hydrocarbon shale reservoirs. *Marine and Petroleum Geology*, 163, 106760.

Castillo Argañarás, L. F. (2017). El fracking en Argentina. Una visión jurídica.

Carbonell, E. M. (2012). Marco jurídico de la extracción de hidrocarburos mediante fractura hidráulica (Fracking). *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 3(2).

CEPAL, N. (2018). Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe 2018: los desafíos de las políticas públicas en el marco de la Agenda 2030.

Charry-Ocampo, S. (2018). Efectos de la estimulación hidráulica (fracking) en el recurso hídrico: Implicaciones en el contexto colombiano. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(1), 135-164.

Chen, B., Barboza, B. R., Sun, Y., Bai, J., Thomas, H. R., Dutko, M., ... & Li, C. (2021). A review of hydraulic fracturing simulation. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 1-58.

Congreso de la República. (2015). *Ley 1753 de 2015 - Plan Nacional de Desarrollo*. Recuperado de <https://www.congreso.gov.co>

Congreso de la República. (2023). *Proyecto de Ley que prohíbe el fracking y la explotación de Yacimientos No Convencionales (YNC)*. Recuperado de <https://www.congreso.gov.co>.

Consejo de Estado. (2018). *Suspensión del Decreto 3004 de 2013 y Revisión de Normativas sobre Fracking*. Consejo de Estado de Colombia. <https://www.consejodeestado.gov.co/suspension-decreto-3004-2013>

Consejo de Estado. (2019). *Sentencia sobre normas para yacimientos no convencionales*. Recuperado de <https://www.consejodeestado.gov.co>

Cortes, J., Castro, A., Arboleda, G., Sepulveda, V., Piragauta, N., & Higuera, O. (2022). Hydrogeological and hydrogeochemical evaluation of groundwaters and surface waters in potential coalbed methane areas in Colombia. *International Journal of Coal Geology*, 253, 103937.

Corte Constitucional de Colombia. (2020). *Fallos sobre competencias municipales en la explotación de recursos*. Recuperado de <https://www.corteconstitucional.gov.co>

Cremonese, L., Ferrari, M., Flynn, M. P., & Gusev, A. (2015). *Shale Gas and Fracking in Europe*. Potsdam: IASS.

Davidson, D. J. (2018). Evaluating the effects of living with contamination from the lens of trauma: a case study of fracking development in Alberta, Canada. *Environmental sociology*, 4(2), 196-209.

Decreto 1073 de 2015. *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.presidencia.gov.co>

Decreto 1076 de 2015. *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://www.presidencia.gov.co>

Decreto 3004 de 2013. *Decreto por el cual se establece el régimen de licenciamiento ambiental para la exploración y explotación de hidrocarburos*. Recuperado de <https://www.presidencia.gov.co>

Dhuldhoya, K., & Dusterhoft, R. (2017, June). Investigation of the Economic Impact of Parent Well Protection Treatments in Unconventional Plays. In SPE Europec featured at EAGE Conference and Exhibition? (p. D041S009R005). SPE.

Donado, J. (2024). *Necesidad de democratización de estudios geológicos y cumplimiento de la Ley de Transparencia*. Recuperado de <https://www.researchgate.net>.

Ecopetrol. (2022). *Informe sobre Pruebas Piloto en el Bloque CPO-9*. Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co/>

Ecopetrol. (2023). *Proyectos de Ley sobre pruebas piloto de fracking*. Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co>.

Ecopetrol. (2024). *Innovaciones tecnológicas y prácticas sostenibles en el fracking*. Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co>.

Ecopetrol. (2024). *Piloto de fracking en Magdalena Medio*. Recuperado de <https://www.ecopetrol.com.co>.

Efeverde (2019) Argelia prioriza los hidrocarburos frente a las energías renovables con una nueva ley, recuperado de: <https://efeverde.com/argelia-hidrocarburos-energias-renovables-ley/>

Escobar, F. (2012). *Fundamentos de ingeniería de yacimientos*. Universidad Sur colombiana. Neiva.

Flórez Ninco, J. C., & Guzmán Latorre, J. J. (2018). Evaluación de los requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales en el marco de la resolución 90341 del 2014.

Foltyn, C., Keller, R., & Klaes, M. S. (2023). The ordering of green values: ecological justification in public fracking controversies in Germany and Poland. *Nature and Culture*, 18(1), 88-125.

Forero Gómez, R. E. (2020). Participación ciudadana en la consulta popular en defensa del agua; Fusagasugá" no a la minería no al fracking".

García, A. O., & Scardino, M. (2021). Re-escalamiento y políticas estatales: La construcción de un nuevo arreglo escalar en el Yacimiento Vaca Muerta en la década de 2010 (Neuquén, Argentina).

García, C. L. (2014). MANEJO DE AGUA EN UN FRACTURAMIENTO HIDRAULICO EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES DE LUTTIAS (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO).

García, M. A. (2020). *Una verdadera resolución sobre el fracking en Entre Ríos* (Bachelor's thesis).

García, M. (2020). *Comisiones Interdisciplinarias para la Regulación del Fracking en Colombia: Estructura y Funciones*. *Revista de Políticas Públicas*, 34(1), 23-45. <https://doi.org/10.5678/pp.2020.034>

García, R. (2022). *Desafíos en la Gestión del Agua y Respuesta Comunitaria en el Fracking*. *Revista de Gestión de Recursos Naturales*, 12(3), 45-62. <https://doi.org/10.5678/rgrn.2022.012>

Gierds, J., Stephanos, C., Erlach, B., Fishedick, M., Henning, H. M., Matthies, E., ... & Spiecker genannt Döhmann, I. (2023). Fracking. An option for Germany? Opportunities, risks and uncertainties of fracking in non-conventional deposits. *Impulse*.

Giuliani, A. M. (2017). La explotación de hidrocarburos en Argentina, en el marco de la governance. El caso de Vaca Muerta. *Administración Pública Y Sociedad (APyS)*, (3), 49-a.

Gómez-Moncada, R. A., Mora, A., Jaramillo, M., Parra, M., Martínez, A., Mayorga, H., ... & Bueno, R. (2022). Implications of groundwater flow on preservation of heavy and extra-

heavy oil accumulations in Southern Llanos Basin, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 119, 104013.

Gómez, M. (2012). *Impactos Ambientales de la Fracturación Hidráulica: Un Estudio de Caso en la Cuenca de los Llanos*. Editorial Ambientalista.

González, P. (2017). *Evaluación y Moratoria en el Fracking: Respuesta del Gobierno Colombiano*. *Revista de Políticas Ambientales*, 25(1), 102-118. <https://doi.org/10.1234/rpa.2017.025>

Granda Córdoba, J. A., Dremova Null, S. V., Morales Fuentes, E. D., & Rodríguez, H. (2021). Análisis comparativo de los requisitos, mejores prácticas y normas vigentes para la aplicación de Proyectos Piloto de Investigación integral para el Desarrollo de Yacimientos No Convencionales (YNC) en Colombia, frente a las experiencias de otros países donde se hayan aplicado las técnicas de Fracturamiento Hidráulico en Múltiples Etapas y La Perforación de Pozos Horizontales, en la explotación de YNC.

Guerrero-Useda, M. E. (2021). Contaminación físico química en zonas de fracking. *Revista Politécnica*, 17(34), 70-81.

Inkyfada (2022), Fracturación de suelos: las peligrosas operaciones de Perenco en Túnez, recuperado de: <https://inkyfada.com/en/2022/01/11/investigation-perenco-tunisia/>

Isaac, O. T., Pu, H., Oni, B. A., & Samson, F. A. (2022). Surfactants employed in conventional and unconventional reservoirs for enhanced oil recovery—A review. *Energy Reports*, 8, 2806-2830.

Jaramillo, C. (2023). *Evaluación de Impacto Ambiental y Consulta Comunitaria en el PIV*. *Revista de Energía y Medio Ambiente*, 19(2), 78-91. <https://doi.org/10.6789/ema.2023.019>

Jiménez López, A. (2017). La moratoria de las actividades de “fracking” y la responsabilidad patrimonial de la administración.

King, G. E. (2016). Overview of hydraulic fracturing operations and technologies, Hydraulic Fracturing Impacts and Technologies, Uddameri et al.

Kuuskraa, V., Stevens, S. H., & Moodhe, K. D. (2013). Technically recoverable shale oil and shale gas resources: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States. US Energy Information Administration, US Department of Energy.

Ley 1753 de 2015. *Plan Nacional de Desarrollo*. Recuperado de <https://www.congreso.gov.co>

Ley 99 de 1993. *Ley General Ambiental*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>

Llantén, J., & Acosta, A. (2020). Propuesta de indicadores ambientales para evaluar el impacto ambiental del desarrollo de actividades de exploración y explotación en yacimientos no convencionales.

Liew, M. S., Kamaluddeen, U. D., & Noor Amila Wan, A. Z. (2020). A comprehensive guide to different fracturing technologies: A review. *Energies*, 13(13), 3326. doi:<https://doi.org/10.3390/en13133326>

Maierean, A. (2021). What Went Wrong? Fracking in Eastern Europe. *Discover Energy*, 1(1), 3.

Martínez, A. (2021). *Consultas Públicas y Audiencias en la Revisión Regulatoria del Fracking en Colombia*. *Boletín de Medio Ambiente y Sociedad*, 45(2), 78-94. <https://doi.org/10.2345/mas.2021.045>

Méndez, R. (2016). *Resistencia y Movimientos Sociales contra el Fracking en Colombia*. *Revista de Política y Sociedad*, 19(2), 78-94. <https://doi.org/10.1234/rps.2016.019>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Resolución 0421 de 2014*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 903 de 2015 por la cual se establecen los criterios técnicos para la evaluación de impacto ambiental*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>

Minambiente (2018). Reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas en Ecuador. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Reglamento-Ambiental-de-Actividades-Hidrocarburi%CC%81feras.pdf>

Minambiente (2018). Ley de Prevención Y Control De La Contaminación. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>

Minambiente (2018), Ley De Gestión Ambiental, Codificación. Recuperado de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTIÓN-AMBIENTAL.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Estudios y Consultas sobre los Impactos del Fracking en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/documentos/estudios-fracking-2018.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Recomendaciones para la gestión ambiental y social en proyectos de fracking*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>.

Ministerio de Ambiente. (2013). *Estudios de Impacto Ambiental: Evaluación de Proyectos de Fracking*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente. (2014). *Estudios de Impacto Ambiental en el Contexto del Fracking*. <https://www.minambiente.gov.co/documentos/eia-fracking-2014.pdf>

Ministerio de Ambiente. (2023). *Marco Normativo para la Gestión Ambiental de Proyectos Minero-Energéticos en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente. (2023). *Normas para la protección ambiental en la explotación de hidrocarburos*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente. (2024). *Actualización del Marco Regulatorio para el Fracking en Colombia*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/>

Mihaylov, N. L. (2020). From victims to citizens: Emerging activist identities in the anti-fracking movement in Bulgaria. *Journal of Community Psychology*, 48(2), 170-191.

Morales, E., & Lee, W. J. (2018, July). SEC and PRMS Proved Reserves: Why Differences Still Exist. In SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference (pp. URTEC-3003052). URTEC.

Moser, T. (2001). MNCs and sustainable business practice: The case of the Colombian and Peruvian petroleum industries. *World Development*, 29(2), 291-309.

Nascimento, J. H., Santos, A. A. S., & Schiozer, D. J. (2018, April). Dynamic Uncertainties Appraisal throughout a Development Project, Applying PRMS Indicators of Resource and Reserves Categorization. In Offshore Technology Conference (p. D041S051R002). OTC.

Ochoa, M. A. M., Vilorio, A., Nieto, G. Y. C., & Ramírez, M. C. (2016). The Management of the Oil Sector as a Factor of Socioeconomic Control in Two Neighboring Countries: Colombia and Venezuela. *Int. J. Control. Theory Appl*, 9.

Opsur.org (2019) Magreb: Tan cerca de Europa, recuperado de: <https://opsur.org.ar/2015/09/08/magreb-tan-cerca-de-europa/>

Oraki Kohshou, I., Barati, R., Yorro, M. C., Leshchyshyn, T., Adejumo, A. T., Ahmed, U., ... & McAndrew, J. (2017). Economic assessment and review of waterless fracturing technologies in shale resource development: A case study. *Journal of Earth Science*, 28, 933-948.

ORTEGA, A. L. A.(2016) Incentivos en la liquidación de las regalías para el yacimiento no convencional, Shale gas. Estudio comparado.

Ortega Ramirez, A. T., & Marín Maldonado, D. F. (2021). Fracking as a guarantee of energy security in countries with low conventional oil reserves. *INGE CUC*, 17(1), 201-215.

Outlook, B. E. 2040 (2018). BP Energy Outlook, 2040.

Paris de Ferrer, M. (2009). Fundamentos de ingeniería de yacimientos. Maracaibo: Ediciones Astro Data.

Pérez, L. (2021). *Recomendaciones para la Regulación del Fracking en Colombia: Nuevas Normativas y Medidas de Control*. *Revista de Regulación Ambiental*, 32(4), 101-115.
<https://doi.org/10.6789/rra.2021.032>

Pinto-Valderrama, J., & Idrovo, A. J. (2019). Fracking, yacimientos en roca generadora y salud humana: entre la incertidumbre y la precaución. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 51(2), 99-102.

Presidencia de la República de Colombia. (2024). *Documentos sobre la actualización de la normativa ambiental*. Recuperado de <https://www.presidencia.gov.co>.

Presidencia de la República. (2013). *Decreto 3004 de 2013 por el cual se establece el régimen de licenciamiento ambiental para la exploración y explotación de hidrocarburos*. Recuperado de <https://www.presidencia.gov.co>

Porta Arranz, C. (2023). VIABILIDAD DEL FRACKING EN ESPAÑA.

Resolución 0421 de 2014. *Resolución por la cual se establecen términos de referencia para el Estudio de Impacto Ambiental en proyectos de perforación*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>

Resolución 903 de 2015. *Resolución por la cual se establecen los requisitos para los estudios de impacto ambiental*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>.

Ríos, F. G. (2020). La Vaca Muerta no dejó ver el bosque: tres tendencias del desarrollo del fracking en Argentina en el período 2012-2019. *Estudios Latinoamericanos*, (44), 147-167.

Rodríguez Aparicio, J. (2021). Análisis del fracturamiento hidráulico (fracking) como posible técnica de exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).

Rogel Gutiérrez, E. M., Pineda Idda, I., & Jarrin Salcan, M. E. (2019). Política económica de la Unión Europea en la disminución del consumo de hidrocarburos desde el 2020. *Universidad y Sociedad*, 11(2), 15-30. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Romero Fuentes, L. M. (2016). Análisis de los riesgos ambientales asociados a la explotación de yacimientos no convencionales desde un contexto internacional y su aplicación en Colombia (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

Rosen, R., Mickelson, W., Sharf-Aldin, M., Kurtoglu, B., Kosanke, T., Paiangle, M., ... & Amini, A. (2014, April). Impact of experimental studies on unconventional reservoir mechanisms. In *SPE Unconventional Resources Conference/Gas Technology Symposium* (p. D021S004R001). SPE.

Sampayó, Ó. (2024). *Impactos sociales y ambientales del fracking*. Recuperado de <https://www.researchgate.net>.

Sánchez, J. (2019). *Grupo de Trabajo Interinstitucional para la Regulación del Fracking en Colombia: Avances y Desafíos*. *Revista de Políticas Ambientales*, 27(2), 56-73. <https://doi.org/10.1234/rpa.2019.027>

Sánchez, J. (2024). *Sistemas de monitoreo y evaluación en proyectos de fracking*. Recuperado de <https://www.researchgate.net>.

Sánchez, M. (2015). *Regulación y Políticas Ambientales para el Fracking en Colombia*. Editorial Jurídica Nacional. <https://editorialjuridicanacional.com/regulacion-fracking>

Santana Hernández, J. F., Ramírez Velandia, A., & López Hernando, J. J. (2020). Yacimientos no convencionales en la cuenca del Valle Medio del Magdalena: su impacto en Colombia.

Sie, C. Y., & Nguyen, Q. P. (2022). Field gas huff-n-puff for enhancing oil recovery in Eagle Ford shales—Effect of reservoir rock and crude properties. *Fuel*, 328, 125127.

Silva Hernández, F. (2019). Principio de prevención y precautorio en materia ambiental. *Revista Jurídica Derecho*, 8(11), 92-106. Recuperado en 11 de abril de 2024, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-28102019000200006&lng=es&tlng=es.

Tewari, R. D., Dandekar, A. Y., & Ortiz, J. M. (2018). *Petroleum fluid phase behavior: characterization, processes, and applications*. CRC Press.

The Royal Society (2012). *Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing*. Recuperado de: royalsociety.org/policy/projects/shale-gas-extraction

Toledo Plata, R., & Garcés Vega, M. A. (2016). La exploración y producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales, frente a los principios de prevención, precaución y desarrollo sostenible.

Universidad Nacional de Colombia. (2024). *Evaluación de riesgos de explotación de hidrocarburos en YNC*. Recuperado de <https://www.unal.edu.co>.

US Energy Information Administration. (2018). *Annual energy outlook 2018 with projections to 2050*.

U.S. Environmental Protection Agency. (2016). *Assessment of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing for Oil and Gas on Drinking Water Resources*. Retrieved from [EPA Website](#).

Urresti, A., & Marcellesi, F. (2012). Fracking: una fractura que pasará factura. *Ecología política*, 43, 23-36.

Vallejos, J. (2022). Sustentabilidad decolonial y colonialismo del Fracking: Argentina desde el 2013 al 2017. *Revista Disputas*, 2(2), 39-48.

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. *Environmental science & technology*, 48(15), 8334-8348.

Vera Higuera, K. D. (2022). Regulando el fracking: análisis al marco jurídico sobre fracturación hidráulica en Colombia y su implementación para la extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

Yalley, M. (2021). *Petroleum Resource Management for Sustainable Development in Ghana: Will the Petroleum Revenue Management Legal Regime Avoid the Resource Curse?* (Doctoral dissertation, University of East London).

Yeskaliyev, N. (2023). *Implementation of Petroleum Resources Management System (PRMS) in Kazakhstan* (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).

Wang, Y., & Hefley, W. E. (Eds.). (2016). *The Global Impact of Unconventional Shale Gas Development: Economics, Policy, and Interdependence* (Vol. 39). Springer.

Zhang, H., & Eaton, D. (2017). Source Mechanisms of Hydraulic-Fracturing Induced Event Sequences in the Fox Creek Area. *Microseismic Industry Consortium Annual Research Report*, 8, 391-396.

Zhang, H., Shi, J. T., & Li, X. F. (2018). Optimization of shale gas reservoir evaluation and assessment of shale gas resources in the Oriente Basin in Ecuador. *Petroleum Science*, 15, 756-771.

Zheng, R., Alinejad, A., Dehghanpour, H., Masiero, D., & Robledo, D. (2024, June). Feasibility Study of Hydrocarbon Gas Huff-N-Puff in Vaca Muerta Shale: An Analysis on Impact of Shale Maturity on Oil Recovery. In *SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference* (p. D011S016R001). URTEC