

1-1-2018

Propuesta de términos de referencia en el componente suelo para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia a partir de un referente internacional

Gonzalo Sanabria Rodríguez
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria

Citación recomendada

Sanabria Rodríguez, G. (2018). Propuesta de términos de referencia en el componente suelo para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia a partir de un referente internacional. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/805

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**PROPUESTA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA EN EL COMPONENTE SUELO
PARA PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS
EN COLOMBIA A PARTIR DE UN REFERENTE INTERNACIONAL.**

GONZALO SANABRIA RODRÍGUEZ.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

PREGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.

BOGOTÁ D.C 2018

**PROPUESTA DE TÉRMINOS DE REFERENCIA EN EL COMPONENTE SUELO
PARA PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA DE HIDROCARBUROS
EN COLOMBIA A PARTIR DE UN REFERENTE INTERNACIONAL.**

GONZALO SANABRIA RODRÍGUEZ.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director:

BEATRIZ E. ORTIZ GUTIÉRREZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

PREGRADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.

BOGOTÁ D.C 2018

RECTOR:

HNO. ALBERTO PRADA SANMIGUEL

DECANO FACULTAD DE INGENIERIA:

ANIBAL CESAR MAURY RAMÍREZ

DIRECTOR DEL PROGRAMA:

ROSALINA GONZÁLEZ FORERO

ASISTENTE ACADÉMICO:

JOSE ANTONIO GALINDO MARTÍNEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

LEGISLACIÓN AMBIENTAL

TEMA DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DEL SUELO DESDE UNA PROPUESTA NORMATIVA

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:

BEATRIZ E. ORTIZ GUTIÉRREZ

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

BOGOTÁ D.C 2018

Dedicatorias

A Dios en primera instancia.

A mi papá y abuelo que a pesar de haberlos perdido, desde donde estén, estarán muy orgullosos de mí, además son quienes me guían y cuidan desde el cielo.

A mi mamá y abuela que son los seres más importantes en mi vida.

Agradecimientos

A mi mamá por ser la principal gestora de este logro.

A mi papá por ser luz de enseñanza y formación como persona.

A mi abuelo por sus enseñanzas y preocupación por mi rendimiento académico, además que él laboró durante varios años en la Universidad De La Salle y por él vincularon mis estudios primarios, secundarios y universitarios hacia la educación lasallista.

A mi abuela por su masiva preocupación en mi rendimiento dentro de la Universidad.

A mis hermanos por ser ejemplo, ya que ellos también obtuvieron su título de pregrado en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electromecánica.

A mi novia por su masivo apoyo en cuanto a la partida de mi papá y abuelo.

A mi directora, por su dedicación hacia el desarrollo del presente trabajo de grado, además de su preocupación en cuanto a mi formación profesional y personal.

A la Universidad De La Salle por acogerme desde el año 2012 y regalarme años inolvidables de aprendizaje y formación profesional.

A la Congregación de Hermanos de las Escuelas Cristianas, ya que desde el año 2001 he sido formado bajo la educación lasallista, de la que me he forjado como una persona de bien bajo los principios católicos, éticos y morales.

RESUMEN

Los términos de referencia para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, han sido establecidos por el MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y por la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales), como consecuencia para mejorar la evaluación y control de impactos ambientales en el componente suelo. El presente proyecto corresponde a una propuesta modificatoria de términos de referencia del componente suelo para el sector de hidrocarburos en Colombia a partir de la comparación de dichos términos con los de México. Para ello se establecieron tres fases metodológicas. La primera fase (Enfoque Mixto) consiste en la selección de países escogiendo un referente internacional como el más idóneo para ser comparado, que desde luego debe cumplir con la presentación de términos de referencia para la perforación exploratoria de hidrocarburos. En la segunda fase (Enfoque Cualitativo) se hará el respectivo análisis y comparación de exigencias entre los términos de referencia de Colombia y los del referente internacional seleccionado, donde se evaluará las debilidades técnicas de la actual normatividad ambiental y por último, en la fase tres (Enfoque Cualitativo Explicativo) se ejecutarán los respectivos ajustes a los términos de referencia en el componente suelo, para formular las recomendaciones técnicas correspondientes.

Palabras Clave: Hidrocarburos, Licencia Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental, Perforación Exploratoria & Componente Suelo.

ABSTRACT

The terms of reference for exploratory hydrocarbon drilling projects have been established by the “Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible” (MADS) and by the “Autoridad Nacional de Licencias Ambientales” (ANLA), in consequence of improving the evaluation and control of impacts environmental factors in the soil component. The present project corresponds to a modification proposal of terms of reference of the soil component for the hydrocarbon sector in Colombia from the comparison of said terms with those of Mexico. For this, three methodological phases were established. The first phase (Mixed Approach) consists in the selection of countries that accompany an international reference as the most suitable to be compared, which must of course comply with the presentation of the terms of reference for the exploratory exploration of hydrocarbons. In the second phase (Qualitative Approach), the analysis and comparison between the words in Colombia and the selected international references must be respected, when the technical capacities of the current environmental regulations are evaluated and finally in phase three (Explanatory Qualitative Approach) it was executed in the reference parameters in the soil component, for the corresponding technical recommendations.

Keywords: Hydrocarbons, Environmental License, Environmental Impact Assessment, Exploratory Drilling and Soil Component.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
General.....	17
Específicos	17
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS Y LA LICENCIA AMBIENTAL.....	18
1.1 Términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos	18
1.2 Licencia ambiental.....	19
1.3 Procesos para la obtención de hidrocarburos.....	20
1.3.1 Localización de la fuente de extracción y exploración de los hidrocarburos.	20
1.4 Métodos Utilizados en la Actividad de Perforación Exploratoria	22
1.5 Requerimientos Técnicos para la Exploración de Hidrocarburos en yacimientos no convencionales	23
CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN DEL REFERENTE INTERNACIONAL.....	25
2.1 Listado de Países.....	26
2.2 Aplicación de los Criterios de Selección e Identificación de la Situación Ambiental.....	27
2.2.1 España.....	30
2.2.2 Reino Unido.....	32
2.2.3 Estados Unidos.	34
2.2.4 Argentina.	35
2.2.5 Cuba.	37
2.2.6 México.	38
2.2.7 Perú.	40
2.2.8 Bolivia.....	42
2.2.9 Ecuador.	43
2.2.10 Ghana.	45
2.2.11 Nigeria.	46
2.2.12 Colombia.....	47
2.3 Selección Referente Internacional	51
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS COMPARATIVO	55

3.1 Matriz de Evaluación	55
3.2 Selección de Aspectos Relevantes de la Matriz de Evaluación	57
3.3 Análisis Comparativo entre Colombia y México.....	58
CAPÍTULO 4. RECOMENDACIONES TÉCNICO JURÍDICAS	61
4.1 Selección de Modificaciones y Suspensiones.....	61
4.2 Generación de Recomendaciones Técnico Jurídicas	64
4.2.1 Recomendaciones Técnicas.	64
4.2.2 Recomendaciones Jurídicas.	66
4.3 Propuesta Final de Términos de Referencia	67
4.3.1 Medio Abiótico.	67
4.3.2 Suelos.....	67
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	69
5.1 Fase I.....	69
5.2 Fase II	70
5.3 Fase III	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXO	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Proceso (actividad) y sus respectivos impactos en el suelo</i>	22
Tabla 2. <i>Países que desarrollan proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos</i>	26
Tabla 3. <i>Ranking EPI de Países que Ejecutan Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos</i>	28
Tabla 4. <i>Países que cumplen con el criterio de selección referente al idioma</i>	30
Tabla 5. <i>Cuadro comparativo de países resaltando fortalezas y debilidades a nivel de las exigencias de evaluación en el componente suelo</i>	49
Tabla 6. <i>Identificación del Referente Internacional Según Criterios de Selección Ambientales, Técnicos y Sociales</i>	51
Tabla 7. <i>Matriz de evaluación entre Colombia y México</i>	55
Tabla 8. <i>Beneficios ambientales de los aspectos consolidados e incorporados en la propuesta</i>	73

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Perforación Exploratoria</i>	21
Ilustración 2. <i>Producción Mundial de Petróleo</i>	27

GLOSARIO

Cementación: Es la operación mediante la cual se mezcla cemento, aditivos (barita, hematina, silicato de sodio, cloruro de calcio y cloruro de sodio) y agua, donde se obtiene una lechada con una densidad apropiada y tiempo de fraguado o endurecimiento adecuado, la cual será bombeada a través de la tubería de revestimiento para ser instaurada en la cavidad anular entre los horizontes del afloramiento presentes en el área de estudio y el diámetro externo del tubo revestidor. Adicionalmente, la lechada se componen de gilsonita, plásticos, perlita expandida y fibras de nylon, para ayudar a controlar las pérdidas de circulación de dicha mezcla (Mejía y Prieto, 2012).

Geología Estructural: Acopla el estudio de las propiedades físicas de los sedimentos y cuerpos rocosos, acondicionado por las deformaciones, fracturas, mecánica de las fuerzas y tensiones (tracciones, compresiones y torsiones) a las cuales están sometidos (Iriondo, 2009).

Geología Histórica: Establece la continuación de procesos a causa de la litósfera que han sucedido desde la aparición de los núcleos continentales hasta la actualidad, siendo una reconstrucción aproximada de acontecimientos geológicos ocurridos en una zona determinada (Iriondo, 2009).

Licencia Ambiental: “Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente” (Decreto No. 2041, 2014, p.4).

Prospección Sísmica: Propagación de ondas de sonido a partir de generadores de energía (Sismigel), que viajaran por cada uno de los horizontes o capas rocosas de la zona de estudio y serán captadas por dispositivos (geófonos) que transmitirán la información de ondas hacia un

sistema digital, para la obtención de una imagen que representa el afloramiento del área a perforar, siempre y cuando se prevea la presencia de hidrocarburos (Agencia Nacional de Hidrocarburos [ANH], 2008).

Revestimiento: Protección de las paredes del pozo contra derrumbes, filtraciones o cualquier otra problemática relacionada a las actividades de perforación, donde el hueco es revestido con tubos de acero que se cementarán por secciones; el cemento quedará adherido en las paredes externas del tubo (Mejía y Prieto, 2012).

Términos de Referencia: “Son los lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente” (Decreto No. 2041, 2014, p.17).

Yacimientos Convencionales: Se refiere a la acumulación de hidrocarburos en cuerpos rocosos impermeables. Previo a la acumulación, es necesaria la presencia de rocas reservorios porosas y permeables. Generalmente presentan interno al yacimiento un límite definido entre los hidrocarburos y el agua, además de no solicitar estimulaciones, donde prevalecen los pozos petroleros verticales (Cabanillas *et al.*, 2013).

Yacimientos No Convencionales: No presenta trampas de acumulación en la cual existen rocas reservorios de baja porosidad y permeabilidad. Necesitan estimulación artificial para fracturar, además de que prevalecen los pozos petroleros horizontales (Cabanillas *et al.*, 2013).

LISTA DE SIGLAS

ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos.
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
APE	Área de Perforación Exploratoria (Área o Zona de Estudio).
COS	Coefficiente de Ocupación del Suelo.
CUS	Coefficiente de Utilización del Suelo.
DAA	Diagnóstico Ambiental de Alternativas.
DS	Decreto Supremo.
EIA	Estudio de Impacto Ambiental.
EMA	Estrategia de Manejo Ambiental.
EOT	Esquema de Ordenamiento Territorial.
EPA	Environmental Protection Agency.
EPI	Environmental Performance Index.
FAO	Food and Agriculture Organization.
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
IGM	Instituto Geográfico Militar.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
INFOPLAN	Sistema de Información para el Desarrollo Local.
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
MA	Ministerio de Ambiente (Ecuador).
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

MAGAP	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental.
MME	Ministerio de Minas y Energía.
NEMA	National Environmental Management Act.
NEPA	National Environmental Policy Act.
NGRI	National Geophysical Research Institute.
PGR	Plan de Gestión del Riesgo.
PMA	Plan de Manejo Ambiental.
PSM	Plan de Seguimiento y Monitoreo.
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial.
POT	Plan de Ordenamiento Territorial.
SAE	Servicio de Acreditación Ecuatoriano.
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SIG	Sistemas de Información Geográfica.
SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria.
UGI	Unión Geográfica Internacional.
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
US EIA	United States Energy Information Administration.
UTM	Universal Transverse Mercator.
WGS	World Geodetic System.

INTRODUCCIÓN

La temática del presente trabajo corresponde a la evaluación del suelo desde una propuesta normativa, aplicada a los términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia, a partir de un referente internacional. La propuesta está vinculada única y exclusivamente para el componente suelo, por lo tanto se desarrollaron los respectivos ajustes, modificaciones y/o aspectos a consolidar solamente para este apartado. En ese orden de ideas, la necesidad del trabajo radica en la insuficiente regulación para el componente suelo referida en los términos de referencia que fueron adoptados a partir de la Resolución 0421 de 2014. La metodología aplicada para el presente proyecto se compone de 3 fases. La primera en la que es seleccionado México como referente internacional a partir de criterios de selección ambientales, técnicos y sociales, la segunda abarca la ejecución de un análisis comparativo de las exigencias de evaluación para el componente suelo entre Colombia y México, por el cual se establecen las debilidades y fortalezas que presenta la regulación de Colombia, y la tercera fase (Recomendaciones Técnico Jurídicas) respondiendo al desarrollo de la propuesta como tal, en la que se han consolidado los aspectos de evaluación para el componente suelo que exponen los términos de referencia para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia e inclusión de medidas importantes de regulación del suelo evidenciadas dentro de la legislación de México y que son ausentes en los actuales términos de referencia de Colombia.

OBJETIVOS

General

Proponer la modificación de los términos de referencia en el componente suelo para la perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia a partir de un referente internacional.

Específicos

- ✓ Identificar un referente internacional a partir de criterios de selección ambientales, técnicos y sociales para analizar el componente suelo para la perforación exploratoria de hidrocarburos.
- ✓ Analizar los términos de referencia para la perforación exploratoria de hidrocarburos entre Colombia y un referente internacional para establecer debilidades y fortalezas según las exigencias de evaluación ambiental en el componente suelo de Colombia.
- ✓ Generar recomendaciones técnico y jurídicas a partir de ajustes a los términos de referencia para la perforación exploratoria de hidrocarburos del componente suelo para la elaboración del estudio de impacto ambiental.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS Y LA LICENCIA AMBIENTAL

Incorpora las temáticas relacionadas al contenido de los términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, además se mencionan aspectos importantes incluidos en el Decreto 2041 de 2014 referentes al concepto de licencia ambiental, procesos para la obtención de los hidrocarburos, adicionalmente se subrayan los impactos ambientales en el suelo producto de la exploración de derivados hidrocarburíferos, se hacen expresas los métodos utilizados en la actividad de perforación exploratoria en el que se destacan dos convencionales (método rotatorio o vertical y método horizontal o multilateral) y uno no convencional (fracking) y por último, se establece el contenido de los requerimientos técnicos para la exploración de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

1.1 Términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos

El presente numeral se desarrolla según lo establecido en la Resolución 0421 del 20 de marzo de 2014 en la que se resalta lo siguiente:

El EIA debe contener un resumen ejecutivo, objetivos y generalidades. Adicional a esto, debe realizarse la descripción del proyecto (localización y características del proyecto) bajo los parámetros evidenciados a continuación: Infraestructura existente en el APE, fases y actividades del proyecto, insumos del proyecto, reinyección, materiales sobrantes de excavación y escombros, residuos sólidos y peligrosos, costos del proyecto, cronograma y organización del proyecto. El EIA también debe contener los aspectos relacionados con el área de influencia (consideraciones técnicas; definición, identificación y delimitación), caracterización (medio abiótico, medio biótico, medio socioeconómico y servicios

ecosistémicos) y zonificación ambiental. La demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, de igual forma deben estar contenidos en el EIA e incluir: Aguas superficiales, aguas subterráneas, vertimientos, gestión de las aguas provenientes de la exploración de hidrocarburos a través de la reinyección, ocupaciones de cauces, materiales de construcción, aprovechamiento forestal y emisiones atmosféricas (fuentes de emisión y modelo de dispersión). Lo restante que debe incluir el EIA corresponde a la evaluación ambiental (identificación y evaluación de impactos para el escenario sin proyecto y con proyecto), zonificación de manejo ambiental del proyecto, evaluación económica ambiental, planes, programas y anexos. Los planes y programas (PMA) deben contener: Programas de manejo ambiental, PSM, PGR, plan de desmantelamiento y abandono, plan de inversión del 1 % y plan de compensación por pérdida de biodiversidad (pp.1-4).

1.2 Licencia ambiental

“La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad” (Decreto No. 2041, 2014, p.4).

Para la obtención de la licencia ambiental es necesaria la elaboración del EIA tal y como lo evidencia el artículo 21 del Decreto 2041 de 2014, que debe ser presentado a la ANLA por tratarse de proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, donde se debe anexar la documentación dictada y elaborar dicho estudio acorde a los términos de referencia establecidos por el MADS y la ANLA.

1.3 Procesos para la obtención de hidrocarburos

Abarca los estudios para la localización del APE en los que se destacan los métodos sísmico, aeromagnetométrico y gravimétrico, además se incluye la etapa de perforación exploratoria en la que se refieren las respectivas actividades dentro de su desarrollo.

1.3.1 Localización de la fuente de extracción y exploración de los hidrocarburos.

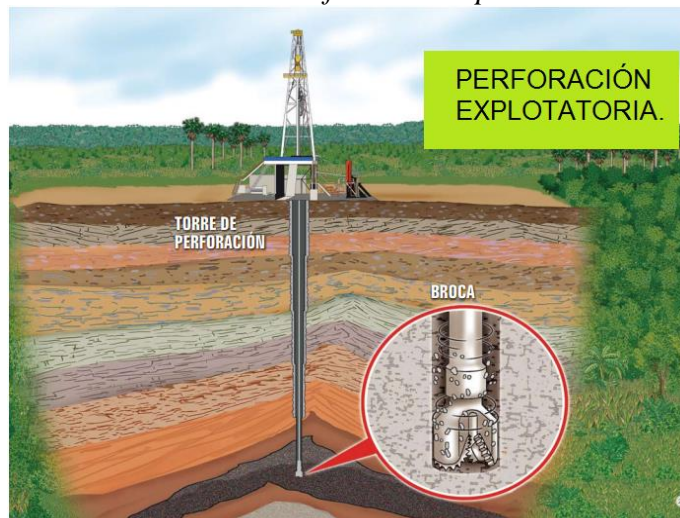
Para identificar el APE, la exploración de hidrocarburos acapara estudios geológicos de superficie, estudios geofísicos y estudios satelitales. En ese orden de ideas, a partir de la geología de superficie se conocerán de manera detallada los aspectos geológicos para la obtención de información de cuerpos rocosos y procesos de sedimentación presentes en la zona de estudio, producto de la fotogeología para determinar rasgos estructurales y marco tectónico (Trujillo-Mejía, 2010). En cuanto a los estudios geofísicos se acogen los métodos de prospección sísmica, aeromagnetometría y gravimetría.

El método sísmico responde a la transmisión de ondas sonoras transportadas por cada uno de los horizontes presentes en el área de estudio para establecer la existencia de trampas hidrocarburíferas, mediante el desarrollo de dos tipos de sísmica que corresponden a la 2D y 3D, de modo tal que la sísmica 2D permite establecer las capas de la tierra, formas y estructuras, mientras que la sísmica 3D permite obtener información a mayor detalle de la existencia de hidrocarburos en la zona de estudio, las cuales provocan impactos de deforestación, afectación al recurso hídrico, ruido, contaminación atmosférica, desestabilización de los suelos y derrumbes (Castaño-Valderrama, 2013). A partir del método aeromagnetométrico se deduce el espesor de cuerpos rocosos sedimentarios a través de las susceptibilidades magnéticas o cargas, el método gravimétrico describe las fluctuaciones de fuerzas por la gravedad, según la masa por unidad de

volumen de las rocas y los estudios satelitales permiten la identificación de posibles áreas donde se localicen yacimientos de petróleo y gas natural (Trujillo-Mejía, 2010).

Luego de identificar el APE, se procede al desarrollo de la etapa de perforación exploratoria, que consiste en la perforación de pozos para alcanzar el cuerpo rocoso donde eventualmente se localizan los hidrocarburos.

Ilustración 1. *Perforación Exploratoria*



Fuente: (ANH, 2008)

Según la ANH (2008), las actividades a desarrollar dentro de la etapa de perforación exploratoria corresponden a la adecuación del terreno para la construcción de piscinas, campamentos e instalación del taladro, perforación del pozo petrolero, disposición de lodo de perforación en las piscinas, inyección de agua y por último, en caso de no hallar hidrocarburos en la zona de estudio se procede al taponamiento y abandono, de lo contrario se procede a la etapa de producción. En la siguiente tabla, se evidenciarán los impactos ambientales en el suelo, producto del desarrollo de cada una de las actividades anteriormente expuestas:

Tabla 1. Proceso (actividad) y sus respectivos impactos en el suelo

PROCESO	IMPACTO EN EL SUELO
Adecuación del terreno	Remoción de la cobertura vegetal presente en el área de estudio.
Perforación del pozo	Alteración de horizontes y propiedades físicas de los suelos en el APE.
Revestimiento y Cementación	Alteración en suelos producto de su contacto con aditivos químicos que disminuyen el tiempo de fraguado (Endurecimiento) de la mezcla, que actúa como barrera protectora en las paredes del pozo petrolero.
Disposición de lodo de perforación en piscinas de lodos	Contaminación de suelos con derivados hidrocarbúricos, producto del rebose de piscinas en momentos de lluvia abundante, lo que conlleva a la alteración de las propiedades químicas en suelos.
Inyección de Agua	No se presenta impactos en el suelo, ya que se inyecta este fluido para facilitar el proceso de perforación ante horizontes compactos de difícil ruptura rocosa.
Taponamiento y abandono del pozo	Alteración de las características físicas y estabilidad de los suelos en el APE.

Fuente: Tomado de Mejía y Prieto (2012), ajustado por el autor.

1.4 Métodos Utilizados en la Actividad de Perforación Exploratoria

Se pueden acoplar dos métodos convencionales y uno no convencional para el desarrollo de la etapa de perforación exploratoria. Los métodos rotatorio y multilateral hacen parte de la exploración convencional y el fracking (fracturación hidráulica) pertenece a la exploración no convencional. En ese orden de ideas, son definidos a continuación:

Método Rotatorio o Vertical: Según Kraus (1998), es un método de perforación ejecutado a profundidades mayores de 7000 m, que es operado mediante una torre de 30 a 40 m de altura, constituida de una plataforma giratoria, motor, mezclador de lodo, bomba de inyección, malacate con cable metálico y un gran número de tubos con longitud aproximada de 27 m cada uno; la plataforma hace girar un vástago que conecta con la tubería de perforación que en su parte superior acopla una lanzadera de lodo que conduce hacia las válvulas de seguridad, adicionalmente, los ductos de perforación giran a un rango de velocidad comprendido entre las 40 y 250 rpm (revoluciones por minuto), generando un proceso rotativo al hacer girar una barrena de fricción de bordes cortantes o barrena de rodillos con cuchilla de dientes endurecidos.

Método Horizontal o Multilateral: Acoge el mismo principio del método rotatorio, y es empleado cuando se cuentan con reservorios hidrocarburíferos, de alta extensión horizontal (Gabino-Velasco, 2014).

Fracking: Comprende su inicio a partir de la perforación vertical hasta el horizonte o capa rocosa que sirva de reservorio de derivados hidrocarburíferos, para posteriormente continuar perforando el subsuelo en sentido horizontal e inyectando el fluido fracturante compuesto por agua, arena y aditivos químicos, dentro de los cuales se destaca el benceno, cianuro y múltiples sustancias cancerígenas, finalizando la extracción a partir de la recuperación del fluido de retorno compuesto por un rango entre el 15% y 80% del fluido inicialmente inyectado, petróleo, gas natural y metales pesados contenidos en el subsuelo, para lo cual se debe hacer la respectiva separación de cada una de las sustancias que llegan a la superficie (Confederación Sindical de Comisiones Obreras [CCOO], 2012).

1.5 Requerimientos Técnicos para la Exploración de Hidrocarburos en yacimientos no convencionales

Los requerimientos técnicos están establecidos dentro de la Resolución 90341 de 2014 del MME y de acuerdo al capítulo 2, se establecen los siguientes requisitos para el desarrollo de la exploración no convencional:

Sistema de coordenadas, programa global de perforación, prueba inicial de producción en yacimientos no convencionales, prueba piloto de pozo(s), registros y muestreo para pozos exploratorios en yacimientos no convencionales, registro y muestreo para pozos estratigráficos en yacimientos no convencionales, requerimientos de cementación para pozos exploratorios y de desarrollo (requerimientos para revestimiento conductor y superficial, requerimientos para el revestimiento intermedio y revestimiento productor), requerimientos

para operaciones de estimulación hidráulica, monitoreo, suspensión de actividades de estimulación hidráulica, requerimientos para pozos inyectoros de fluido de retorno y agua de producción (requerimientos de información geológica, requerimientos de construcción, pruebas iniciales, límites de operación, monitoreo y requerimientos adicionales para pozos a convertir como inyectoros), suspensión de actividades de inyección, inspecciones (para los pozos de exploración y producción y para los pozos inyectoros) y almacenamiento y disposición de material radiactivo de origen natural presente en cortes, sólidos, tubería, fluido de retorno o agua de producción durante la exploración y explotación de yacimientos no convencionales (pp.4-17).

CAPÍTULO 2. IDENTIFICACIÓN DEL REFERENTE INTERNACIONAL

Abarca la ejecución de 4 actividades. La actividad expuesta en el numeral 2.1 Listado de Países, se compone de un listado elaborado a partir de la consulta de información respecto a aquellos países que desarrollan proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y que además cumplen con la presentación del EIA. La actividad posterior es la enmarcada dentro del numeral 2.2 Aplicación de los Criterios de Selección e Identificación de la Situación Ambiental, la cual se constituye de la resolución de dos actividades. La primera actividad (Aplicación Criterios de Selección) comprende su inicio con la revisión del ranking EPI, en el que se tuvo en cuenta la posición, puntuación y porcentaje de variación para cada uno de los países incluidos dentro del listado previamente elaborado, en seguida se continuó con el desarrollo del criterio de selección referente al idioma, a partir de la revisión del apartado componente suelo dentro del EIA para cada país, acogiendo aquellos países en los cuales su regulación se hiciese manifiesta en el idioma Inglés o Español, y se concluye la presente actividad, con la revisión del apartado componente suelo de los países que cumplieron con el criterio de selección concerniente al idioma, mediante la lectura de las exigencias de evaluación en suelos de cada país, para determinar fortalezas y debilidades a nivel técnico y/o jurídico. La segunda actividad (Identificación Situación Ambiental), incorpora un análisis para cada uno de los países que están ligados al cumplimiento del criterio de selección alusivo al idioma, a partir de la interpretación de los resultados obtenidos en las revisiones del ranking EPI y del apartado componente suelo dentro del EIA para cada país.

La Fase I finaliza con la actividad del numeral 2.3 Selección Referente Internacional, que encierra una retroalimentación de los criterios de selección o aspectos ambientales, técnicos y sociales evidenciados dentro de la regulación en suelos para cada uno de los países establecidos

en el criterio de selección convergente al idioma, donde sirvieron de apoyo los análisis previos, con el fin de hacer la respectiva selección del referente internacional, el cual debe ser considerado como el más idóneo y restrictivo a nivel de las exigencias de evaluación para el componente suelo.

2.1 Listado de Países

Los países que ejecutan proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y que además cumplen con la presentación del EIA (Términos de Referencia) ante las autoridades ambientales competentes que los regulan, son los siguientes:

Tabla 2. Países que desarrollan proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos

LISTADO DE PAÍSES				
Arabia Saudita	Angola	Vietnam	Sudán	Cuba
Estados Unidos	Kazajistán	Guinea Ecuatorial	Chad	Reino de Bahrén
Rusia	Catar	Congo	Uzbekistán	Nueva Zelanda
China	Libia	Turkmenistán	Rumania	Costa de Marfil
Canadá	India	Gabón	Ucrania	Bielorrusia
Irán	Indonesia	Dinamarca	Ghana	Austria
Emiratos Árabes Unidos	Azerbaiyán	Siria	Timor Oriental	España
Irak	Omán	Sudáfrica	Francia	Hungría
México	Reino Unido	Perú	Túnez	Polonia
Kuwait	Argentina	Yemen	Camerún	Papúa Nueva Guinea
Brasil	Egipto	Italia	Pakistán	Filipinas
Nigeria	Malasia	Alemania	Corea del Sur	Birmania
Venezuela	Australia	Brunéi	Turquía	Singapur
Noruega	Ecuador	Japón	Bolivia	Croacia
Argelia	Tailandia	Trinidad & Tobago	Holanda	Níger

Fuente: Tomado de la United States Energy Information Administration (US EIA, 2017),

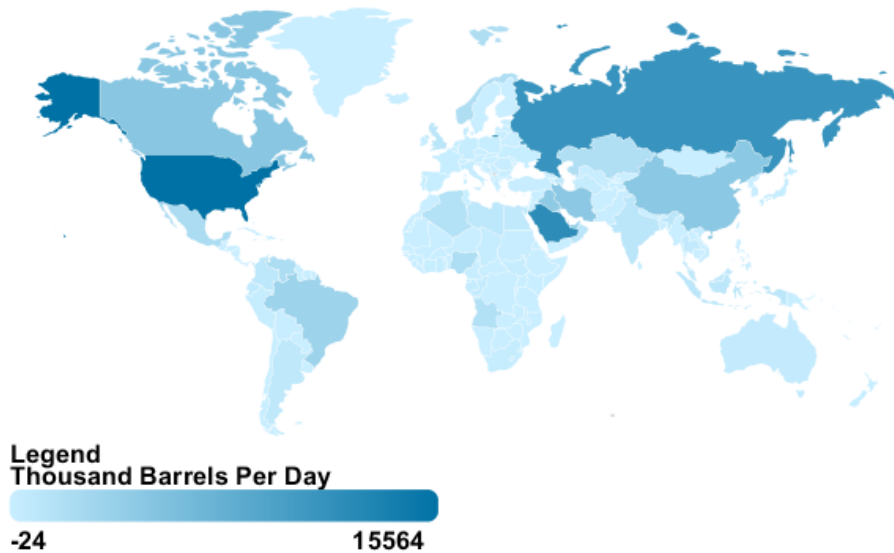
ajustado por el autor.

El anterior listado se desarrolló a partir de la US EIA (2017), encargada de recopilar, analizar y difundir información en el sector energético, con el fin de promover la formulación de políticas sólidas a nivel económico y medioambiental. A continuación se observará un mapa de calor en el que se evidenciará la producción a nivel mundial de petróleo en unidades correspondientes a los

miles de barriles por día, para lo cual es necesario tener en cuenta que entre la coloración azul sea más oscura, mayor producción de petróleo existirá en el área geográfica que la contenga y si por el contrario la coloración acopla un tono más claro, la producción de petróleo en dicha zona será menor. En ese orden de ideas, la ilustración también es una guía para la identificación de aquellos países que ejecutan proyectos de perforación exploratoria dentro del contexto mundial:

Ilustración 2. Producción Mundial de Petróleo

Total Petroleum and Other Liquids Production 2017



Fuente: (US EIA, 2017)

2.2 Aplicación de los Criterios de Selección e Identificación de la Situación Ambiental

Los países expuestos en la Tabla 2 serán sometidos a la revisión del ranking EPI, que refleja el estado ambiental a nivel de la protección de los ecosistemas, donde se destaca la preservación del suelo a razón de actividades antropogénicas, en las que se incluye la perforación exploratoria de hidrocarburos. La siguiente tabla reflejará la posición, puntuación y porcentaje de variación respecto a la situación de hace 10 años para cada país, dentro del ranking EPI:

Tabla 3. Ranking EPI de Países que Ejecutan Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos

PAÍS	POSICIÓN	PUNTUACIÓN	% VARIACIÓN (10 AÑOS)
Dinamarca	4	89,21	4,98
España	6	88,91	10,01
Francia	10	88,2	8,7
Reino Unido	12	87,38	7,02
Australia	13	87,22	21,75
Singapur	14	87,04	-0,43
Croacia	15	86,98	22,37
Noruega	17	86,9	5,73
Austria	18	86,64	10,44
Canadá	25	85,06	5,17
Estados Unidos	26	84,72	10,93
Hungría	28	84,6	11,54
Italia	29	84,48	8,43
Alemania	30	84,26	8,43
Azerbaiyán	31	83,78	18,1
Rusia	32	83,52	24,34
Rumania	34	83,24	28,93
Bielorrusia	35	82,3	3,77
Países Bajos	36	82,03	8,09
Polonia	38	81,26	8,12
Japón	39	80,59	5,72
Argentina	43	79,84	5,4
Ucrania	44	79,69	25,38
Cuba	45	79,04	15,33
Brasil	46	78,9	16,94
Túnez	53	77,28	15,71
Venezuela	56	76,23	5,2
Trinidad & Tobago	62	74,34	8,51
Malasia	63	74,23	13,05
Filipinas	66	73,7	16,36
México	67	73,59	10,69
Kazajistán	69	73,29	25,8
Perú	73	72,95	21,89
Bolivia	76	71,09	20,02
Corea del Sur	80	70,61	6,01
Sudáfrica	81	70,52	15,19
Argelia	83	70,28	3,69
Turkmenistán	84	70,24	20,96
Reino de Bahréin	86	70,07	7,45
Catar	87	69,94	30,05
Guinea Ecuatorial	90	69,59	27,81
Tailandia	91	69,54	17,68
Emiratos Árabes Unidos	92	69,35	26,32
Arabia Saudita	95	68,63	25,42
Brunéi	98	67,86	19,28
Turquía	99	67,68	7,31
Gabón	100	67,37	10,37
Siria	101	66,91	37,45

Ecuador	103	66,58	2,38
Egipto	104	66,45	37,21
Irán	105	66,32	15,46
Indonesia	107	65,85	10,45
China	109	65,1	12,73
Kuwait	113	64,41	45,26
Irak	116	63,97	8,24
Uzbekistán	118	63,67	-
Libia	119	63,29	26,18
Omán	126	60,13	27,34
Costa de Marfil	127	59,89	12,2
Congo	128	59,56	25,84
Ghana	130	58,89	22,46
Vietnam	131	58,5	20,67
Nigeria	133	58,27	18,75
Camerún	136	57,13	22,33
Timor Oriental	138	55,79	33,66
India	141	53,58	20,87
Pakistán	144	51,42	16,07
Angola	145	51,32	16,53
Yemen	150	49,79	17,29
Birmania	153	48,98	1,3
Papúa Nueva Guinea	156	48,02	15,93
Sudán	170	42,25	13,54
Chad	175	37,83	12,49
Níger	177	37,48	12,82

Fuente: Universidades de Yale y Columbia.

Como se puede observar en la Tabla 3, la parte superior contiene a los países de mejor posición y la parte inferior representa a los países de posición menos favorable dentro del ranking EPI. De esta manera, entre mejor sea la posición del país en el ranking, mayor será su puntuación dentro del mismo. El porcentaje de variación representa qué tanto ha aumentado o disminuido la puntuación de cada país, respecto al estado ambiental que los embargaba hace 10 años a nivel de la preservación del suelo, producto del desarrollo de proyectos de perforación exploratoria.

Posteriormente, se hará efectivo el criterio de selección concerniente al idioma (inglés y/o español), para facilitar la comprensión de lo establecido en los apartados para el componente suelo, dentro de la legislación en el sector de hidrocarburos (EIA) de cada país. En ese orden de ideas, los países que cumplen con este criterio de selección, son los siguientes:

Tabla 4. Países que cumplen con el criterio de selección referente al idioma

PAÍSES QUE CUMPLEN CON EL IDIOMA		
España	Venezuela	Sudáfrica
Reino Unido	Filipinas	Guinea Ecuatorial
Estados Unidos	México	Ecuador
Argentina	Perú	Ghana
Cuba	Bolivia	Nigeria

Fuente: Autor.

Venezuela, Filipinas, Sudáfrica y Guinea Ecuatorial no se tendrán en cuenta dentro de la investigación, puesto que no establecen requerimientos para el componente suelo dentro de su normatividad ambiental. A continuación, para cada uno de los países expuestos dentro de la Tabla 4, exceptuando los ya mencionados, se desarrollará el criterio de selección referente a la revisión del apartado componente suelo para la elaboración del EIA, además de incluir el respectivo análisis para la identificación de la situación ambiental de cada país. Por último, se pondrá en exposición las fortalezas y debilidades a nivel técnico y/o jurídico, conforme a las exigencias de evaluación en el componente suelo para los países bajo estudio.

2.2.1 España.

De acuerdo a la Ley 21 del 9 de diciembre de 2013, se establece lo siguiente a razón del componente suelo:

Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución. Descripción de los materiales a utilizar, suelo a ocupar, y otros recursos naturales

cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto. Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamiento de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes (pp.32-71).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 6, con un puntaje de 88,91 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 10,01%.

De acuerdo a la Ley 21 de 2013, es importante que dentro de la evaluación ambiental se incluyan las previsiones en el tiempo sobre el uso del suelo, el estudio del estado del lugar y condiciones ambientales antes de la realización del proyecto, además de las tipologías de ocupación del suelo con base a las actividades preexistentes en el APE. La evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos sobre el suelo y subsuelo, es una medida clave para la identificación de impactos ambientales producto de la actividad de perforación exploratoria, y del mismo modo, la solicitud de información respecto a la descripción general del proyecto, suelo a ocupar y materiales a utilizar.

Para concluir, a pesar que dentro del Ranking EPI España sea el mejor país bajo estudio en cuanto a posición y puntuación, se puede denotar que dentro del EIA no se establece la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación de eventuales daños hacia el recurso suelo, y de la misma manera, no se evidencia la solicitud de información respecto a estudios de estabilidad y tipología de suelos presentes en el APE, siendo aspectos negativos o faltantes dentro de su regulación ambiental.

2.2.2 Reino Unido.

Según The Town and Country Planning (Environmental Impact Assessment) Regulations 2017 No 571, se establece lo siguiente a razón del componente suelo:

La EIA debe identificar, describir y evaluar de manera apropiada, a la luz de cada caso individual, los efectos significativos directos e indirectos del desarrollo propuesto en los siguientes factores: Tierra, suelo, agua, aire y clima. Las características del desarrollo se deben considerar con especial atención a: El uso de los recursos naturales, en particular la tierra, el suelo, el agua y la biodiversidad. La sensibilidad medioambiental de las zonas geográficas que puedan verse afectadas por el desarrollo, en especial: La abundancia relativa, la disponibilidad, la calidad y la capacidad regenerativa de los recursos naturales (incluidos el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad) en el área y su subsuelo. Una descripción de las principales características de la fase operativa del desarrollo (en particular cualquier proceso de producción), por ejemplo, demanda de energía y energía utilizada, naturaleza y cantidad de los materiales y recursos naturales (incluyendo agua, tierra, suelo y biodiversidad) utilizados. Una descripción de los factores que puedan verse afectados significativamente por el desarrollo: población, salud humana, biodiversidad (fauna y flora), tierra (toma de tierras), suelo (materia orgánica, erosión, compactación, sellado), agua (cambios hidromorfológicos, cantidad y calidad), aire, clima (emisiones de gases de efecto invernadero, impactos relevantes para la adaptación), activos materiales, patrimonio cultural (incluidos aspectos arquitectónicos y arqueológicos) y paisaje. Una descripción de los posibles efectos significativos del desarrollo en el medio ambiente como resultado del uso de los recursos naturales, en particular la tierra, el suelo, el agua y la biodiversidad, considerando en la medida de lo posible la disponibilidad sostenible de estos recursos (pp.71-72).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 12, con un puntaje de 87,38 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 7,02%.

Según “EIA Regulations 2017 No 571”, los aspectos relevantes de regulación en suelos están dados por la evaluación de desarrollo mediante la cual se debe incluir el uso del suelo y la sensibilidad ambiental en el APE a nivel de la abundancia, disponibilidad, calidad y capacidad regenerativa del suelo y subsuelo, además de la identificación, descripción y evaluación de los efectos significativos directos e indirectos sobre el suelo, que debe considerar la disponibilidad sostenible de este recurso. Adicionalmente, otros aspectos importantes dentro de las exigencias de evaluación para el componente suelo, tienen que ver con las declaraciones ambientales, en las cuales se debe soportar una descripción de las características principales de la fase operativa del proyecto, especialmente en el uso del suelo. En ese orden de ideas, es importante que dentro de los requerimientos se acople el estudio de la sensibilidad ambiental en el APE, fundamentalmente en la determinación de la capacidad regenerativa, ya que permitirá conocer el comportamiento de los suelos a nivel de eventuales daños ocasionados por la actividad de perforación exploratoria.

Para cerrar, Reino Unido es el segundo país con mejor posición y puntuación en el Ranking EPI, considerando a los países en estudio, sin embargo, de acuerdo a sus exigencias en suelos, la EIA no incorpora la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o restauración, a partir de la identificación de impactos o alteración de los suelos en el APE, y del mismo modo, se excluye la solicitud de información referente a la tipología y estabilidad de los suelos presentes en la zona de estudio.

2.2.3 Estados Unidos.

A partir de la NEPA se han establecido “The Principles of Environmental Impact Assessment”, documento de la EPA y que a nivel del EIA propiamente para el componente suelo, se debe soportar la siguiente información:

Descripción del Medio Ambiente Afectado: La descripción del entorno ambiental establece en detalle las características del área en la que ocurriría la acción propuesta. Esta descripción debe ser del área de estudio, que es un área definida dentro de la cual se producirán todos los efectos, impactos, características y posibles esfuerzos de compensación a partir de una acción propuesta y sus alternativas. El nivel de detalle en esta descripción del área de estudio debería ser suficiente para transmitir al lector o revisor la naturaleza precisa de los recursos naturales y humanos potencialmente afectados por la acción y las alternativas propuestas. Esta descripción también proporciona datos de referencia con los cuales se pueden predecir los impactos ambientales, y contra los cuales se pueden comparar los impactos previstos de la acción propuesta. El enfoque comúnmente adoptado para tratar este aspecto del EIA es la subdivisión de la configuración ambiental en un conjunto lógico y jerárquico de categorías. Las categorías principales incluirían lo siguiente: Geología (Provincias Geológicas, Fuentes de Roca, Historia de Estabilidad Geológica o Inestabilidad), topografía (Topografía General de la Región y Topografía Específica del Área del Proyecto), suelos (Mapa de Suelos, Propiedades de los Suelos y Limitaciones para el Desarrollo), áreas ambientalmente sensibles (Identificación de Humedales, Llanuras de Inundación, Laderas Empinadas, Rodales de Vegetación Madura, Áreas de Recarga de Acuíferos, Áreas de Alto Nivel de Agua, Áreas de Afloramiento Rocoso, Tierras Agrícolas de Primera Calidad y Minas) y uso del suelo

(Patrones Existentes de Uso del Suelo en la Región, Planificación Regional para uso Futuro y Zonificación) (pp.29-41).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 26, con un puntaje de 84,72 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 10,93%.

Según “The Principles of EIA”, los aspectos trascendentales de regulación en suelos están dados por la descripción del medio ambiente afectado, para identificar y proponer alternativas respecto a los impactos ambientales en suelos que se generen a partir del desarrollo de la actividad propuesta, adicionalmente, dentro de la EIA se establece una configuración ambiental dividida en categorías dentro de las cuales se encuentra el suelo y uso del suelo, y a razón de ello se debe soportar información concerniente a mapa de suelos, propiedades de los suelos, limitaciones de los suelos para el desarrollo del proyecto, tipologías existentes de uso u ocupación del suelo en el APE y planificación regional para uso futuro. De esta manera, es pertinente resaltar el desarrollo del plan o programa que tiene la finalidad de establecer las proyecciones de uso del suelo posterior a la terminación del proyecto.

En conclusión, teniendo en cuenta a los países bajo estudio, Estados Unidos es el tercer país con mejor posición dentro del Ranking EPI. A pesar de lo anterior, las exigencias de evaluación en el componente suelo no regulan los estudios referentes al estado del lugar, condiciones ambientales, calidad, estabilidad y usos del suelo que propone el proyecto en el APE.

2.2.4 Argentina.

Según la Resolución 25 de 2004 por la cual se dictan las “Normas para la Presentación de los Estudios Ambientales Correspondientes a los Permisos de Exploración y Concesiones de Explotación de Hidrocarburos”, la cual hace mención de la Resolución 252 en el que se

aprobaron las “Guías y Recomendaciones para la Ejecución de los Estudios Ambientales y Monitoreo de Obras y Tareas Correspondientes a las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos”, en ese orden de ideas, referente al componente suelo se establece:

Presentar un mapa de geología de superficie a escala adecuada, presentar un mapa geomorfológico, a partir de imágenes satelitarias o fotografías aéreas convencionales, para estudiar los aspectos fisiográficos observables, destacando los drenajes y los escurrimientos superficiales, realizar un relevamiento topográfico expeditivo (En Áreas de Exploración, en la Zona de Influencia de la Locación Elegida), presentar un mapa de suelos, basándose en la información existente, completada con observaciones de campo y presentar mapas o datos regionales o locales de sismicidad, según la información disponible. Evaluar e identificar las emergencias ambientales probables y presentar sus alternativas correspondientes (pp.1-4).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 43, con un puntaje de 79,84 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 5,4%.

Basados en los estudios ambientales correspondientes a la exploración de hidrocarburos, se destacan las exigencias de evaluación para el componente suelo concernientes a la presentación del mapa de suelos y datos regionales o locales de sismicidad, con la finalidad de obtener una orientación respecto a la estabilidad de los suelos presentes en el APE, además de incluir la evaluación e identificación de emergencias ambientales probables y presentación de alternativas, para contrarrestar los efectos adversos en suelos.

En conclusión, a pesar de que Argentina no se ubique dentro de las primeras posiciones en el Ranking EPI, representa aspectos importantes de evaluación. Sin embargo, su regulación ambiental a nivel de suelos no tiene en cuenta la presentación de información referente al uso

actual, potencial y los que propone el desarrollo del proyecto en materia de suelos, al igual que se descarta la descripción del estado y condiciones ambientales del lugar, lo cual impide valorar la calidad de los suelos presentes en el APE.

2.2.5 Cuba.

De acuerdo a la Resolución 132 de 2009 en el que se aprueba el “Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental”, en materia del componente suelo se debe incluir:

Descripción general del medio natural y socioeconómico del área donde se pretende desarrollar la obra o actividad. Caracterización general y de la calidad del medio natural (Flora, Fauna, Suelos, Relieve, Aguas y Aire), con una descripción amplia y detallada en términos cualitativos y cuantitativos. Se presta especial atención a los factores socioeconómicos en general, realizando análisis específicos de aquellos que influyen sobre la salud, la educación y el modo de vida tradicional (p.1281).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 45, con un puntaje de 79,04 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 15,33%.

En la EIA se destacan dos aspectos importantes de regulación en suelos. El primero recalca la descripción general del medio natural en el que se desarrollará el proyecto y el segundo establece la caracterización general de los suelos desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa, de la cual se puede determinar la calidad de los suelos presentes en el APE. A pesar de lo anterior, las exigencias de evaluación para el componente suelo de Cuba, descartan variables sobresalientes de reglamentación como lo son la identificación de efectos adversos sobre el suelo, presentación de medidas o alternativas ante alteraciones previsibles en suelos, determinación de la estabilidad de los suelos en el APE, descripción del desarrollo de la actividad propuesta ligada a la

intervención o uso del recurso suelo y por último, se excluye la solicitud de documentación que indique el uso actual y potencial de los suelos.

Para cerrar, la posición del ranking EPI de Cuba vincula su situación medioambiental, con los aspectos negativos o regulación faltante en suelos, expuesta dentro de la Resolución 132 de 2009.

2.2.6 México.

La LGEEPA en materia del EIA, establece que la SEMARNAT le compete la formulación y publicación de la guía para la presentación de la MIA. En este contexto, en materia del componente suelo se manifiesta lo siguiente:

Se recomienda describir el uso actual del suelo en el sitio seleccionado, detallando las actividades que se lleven a cabo en dicho sitio y en sus colindancias. Describir el COS (coeficiente de ocupación del suelo), el CUS (coeficiente de utilización del suelo), las densidades de ocupación permitidas y demás restricciones establecidas en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano aplicable para el proyecto. En tal sentido, se sugiere anexar copia de la constancia de uso de suelo expedida por la autoridad correspondiente, en la cual se indiquen los usos permitidos, condicionados y los que estuvieran prohibidos, también se recomienda que se destaque en este documento la correspondencia de éstos con los usos que propone el propio proyecto. En relación a la caracterización y análisis del sistema ambiental, dentro de los aspectos abióticos se encuentra el suelo y se establece: Tipos de suelo en el predio del proyecto y su área de influencia de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI. Incluir un plano edafológico que muestre las distintas unidades de suelo identificadas en el predio. Los indicadores de impacto sobre el suelo deben estar ligados más a su calidad que al

volumen que será removido. Dentro de los indicadores del sector primario se tendrá en cuenta el porcentaje de la superficie de los terrenos que cambiará su uso de suelo (pp.33-78).

En cuanto a los formatos de presentación, se debe anexar estudios técnicos relacionados con la mecánica de suelos en el área de estudio. Dentro de los anexos también se incluyen los métodos para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales, y presentación de las alternativas respectivas (acoplar programa de celaje para evitar fugas y derrames), que ampara la lista de control (Check List) y en materia de suelo, según la Guía para la presentación de la MIA se debe soportar:

Suelo: recursos minerales, materiales de construcción, suelos, geología y uso del suelo: espacio abierto, humedales, Forestales. En términos del método de superposición que recomienda el uso del SIG, se dictamina lo siguiente: hacer un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo de un proyecto, tales como: clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Estos mapas se superponen en las acciones del proyecto, utilizando para ello soportes transparentes que permitan interpretar los impactos de ocupación (pp.143-144).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 67, con un puntaje de 73,59 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 10,69%.

De acuerdo a la Guía para la Presentación de la MIA, es importante la solicitud de información a nivel de la descripción del uso actual del suelo y de las actividades a desarrollar durante la fase operativa del proyecto, para lo cual se deben tener en cuenta los planes y programas de desarrollo urbano estatales, para consolidar la descripción del COS, CUS e

indicación de los usos permitidos, condicionados y prohibidos del suelo. Adicional a ello, dentro de la MIA sobresale la caracterización de suelos, que debe ser elaborada con base a los lineamientos técnicos de clasificación propuestos por la FAO y la UNESCO, soportados con información edáfica del terreno a evaluar extraída del INEGI. Por otra parte, son relevantes los lineamientos concernientes a la presentación de medidas de prevención y mitigación para el componente suelo, a partir de la identificación de impactos previsible afines con la actividad de perforación exploratoria, al igual que los estudios técnicos correspondientes a la mecánica de suelos.

A manera de conclusión, se puede denotar que México es un país que presenta una posición ajena a los primeros lugares dentro del Ranking EPI, no obstante, su regulación ambiental a nivel de suelos destaca aspectos positivos en concordancia a la caracterización de suelos, actividades del proyecto propuesto, información técnica de suelos, entre otros. Sin embargo, se ignoran dos variables importantes de reglamentación que retribuyen a la descripción del estado del lugar y determinación de la calidad de suelos presentes en el APE.

2.2.7 Perú.

De acuerdo a la Resolución Ministerial 546 de 2012, se han aprobado los términos de referencia en el sub-sector hidrocarburos para la ejecución del EIA-d en proyectos de exploración de hidrocarburos (Perforación de Pozos Exploratorios). A razón del componente suelo, se establece:

Clasificación de uso mayor de los suelos y uso actual del suelo: Para proyectos de perforación exploratoria terrestre, presentar la clasificación de uso mayor de los suelos, identificar el uso actual del suelo (Tomar en Cuenta los Lineamientos de la UGI) y establecer los conflictos de uso del suelo y su relación con el proyecto. Deberá seguir los procedimientos

establecidos en el reglamento de ejecución de levantamiento de suelos, aprobado por DS N° 013-2010-AG y el reglamento de clasificación de tierras DS N° 017-2009-AG o los que se encuentren vigentes. **Calidad del suelo:** Realizar una caracterización física, fisicoquímica, química y orgánica del suelo, mediante el muestreo, realización de calicatas y análisis interpretativo (Estado de Meteorización y Alteración, Perfiles Estratigráficos, Horizontes, Clasificación Taxonómica, Fotografías, etc). Presentar una comparación de los resultados de muestreo con normas nacionales o internacionales, así como los perfiles modales de los suelos, panel fotográfico en donde se pueda visualizar el perfil respectivo. Indicar la ubicación de los puntos de muestreo y calicatas en coordenadas UTM, Datum WGS84. **Geotecnia:** Realizar un estudio geomecánico de los suelos (Evaluación Geotécnica) en las locaciones a perforar, determinando la capacidad portante del suelo, granulometría, porcentaje de humedad, entre otros, el cual deberá ser firmado por un profesional de la especialidad en materia. **Anexos:** Mapas temáticos de uso mayor de los suelos y uso actual de suelos a escala 1:25000 o mayor, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo; Presentar los informes de ensayo del laboratorio (Acreditado ante INDECOPI), así como las cadenas de custodia de las muestras. El programa de manejo del suelo (Para Exploración Terrestre), debe contener lo siguiente: Manejo y disposición de materiales sobrantes, manejo de taludes, manejo paisajístico, manejo de áreas y material de préstamo, manejo de materiales de construcción y manejo de escorrentía y control de erosión (pp.14-29).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 73, con un puntaje de 72,95 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 21,89%.

Dentro del EIA-d, se destaca la solicitud de información respecto a la Clasificación de uso mayor y actual de los suelos, basados en la UGI y los reglamentos de levantamiento de suelos y clasificación de tierras. Los requerimientos de regulación conforme a la calidad del suelo favorecen el desarrollo de la caracterización física, química y orgánica, complementada a partir de muestreos, realización de calicatas y análisis interpretativo. Adicionalmente, el EIA-d acoge variables sustanciales como lo es el acoplamiento de evaluaciones geotécnicas (Geomecánica de Suelos) y desarrollo del programa de manejo del suelo para exploración terrestre.

Para concluir, contrariamente a la posición negativa que obtiene Perú en el Ranking EPI, se puede evidenciar que dentro de su legislación ambiental se acuñan aspectos técnicos ilustres a nivel de la caracterización de los suelos, respecto a su uso, calidad y evaluaciones geotécnicas. No obstante, el EIA-d no acopla requerimientos a razón de la predicción o identificación de impactos ambientales en los suelos, producto de la perforación exploratoria. Por último, es de vital importancia que dentro de la reglamentación se acoplen las medidas del programa de manejo del suelo, en margen de contrarrestar posibles impactos medioambientales para dicho componente.

2.2.8 Bolivia.

Según el Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos (19 de Julio de 1996), en materia del componente suelo se proclama lo siguiente:

Descripción del proyecto, obra o actividad: Desarrollar inventario ambiental cualitativo y cuantitativo, que comprenderá el estado de las condiciones ambientales, antes de la realización de la acción propuesta, así como de los tipos de ocupación existentes del suelo y aprovechamiento de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes, además de la identificación de impactos en suelos y descripción de los materiales que se

utilizarán, suelo a ocupar, y otros recursos naturales que se emplearán en la ejecución del proyecto, obra o actividad (p.12).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 76, con un puntaje de 71,09 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 20,02%.

Los aspectos importantes establecidos dentro del EIA, se fundamentan en la descripción de los tipos de ocupación e identificación de impactos en los suelos. Para efectos negativos, las exigencias de evaluación en el componente suelo de Bolivia, no solicitan la presentación de medidas de prevención y/o mitigación ante efectos adversos previsibles causados por la actividad de perforación exploratoria, tipologías de suelos y establecimiento de la calidad de los suelos en el APE.

En conclusión, la posición del ranking EPI de Bolivia vincula su situación medioambiental, con los aspectos negativos o regulación faltante en suelos, según lo establecido dentro del EIA.

2.2.9 Ecuador.

El MA junto con la Subsecretaría de Calidad Ambiental y la Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental del Ecuador, han instaurado la Guía para la Elaboración de Términos de Referencia de Estudios de Impacto Ambiental en el Sector Hidrocarburos, que acapara la fase de perforación exploratoria y en materia del componente suelo se establece:

Caracterización del Componente Físico o Abiótico: Constará de una revisión bibliográfica del área del proyecto basándose en estudios previos y fuentes bibliográficas e información cartográfica de las diferentes entidades como: IGM, SIGTIERRAS del MAGAP, SOIL TAXONOMY, INFOPLAN u otros. Para determinar la calidad del suelo se ejecutarán análisis

de laboratorio considerando la metodología y los parámetros establecidos en el ANEXO 2 del Acuerdo Ministerial 028 Publicado en el Registro Oficial 270 de 13 de febrero de 2015 que Reforma al Libro VI del TULSMA (o las que el proyecto requiera según sus características). Los parámetros a evaluar al igual que los que no, deberán justificarse en el EIA. Los análisis de las muestras deberán ejecutarse por laboratorios acreditados por el SAE cuyos niveles de detección estén en relación con los límites establecidos en la normativa. Las muestras tomadas además de los análisis químicos también deberán someterse a análisis de físico – mecánicos. En el EIA se definirá el uso de suelo con base a cartografías y análisis de campo (pp.6-7).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 103, con un puntaje de 66,58 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 2,28%.

Los aspectos importantes de evaluación ambiental están dados por la caracterización del componente físico o abiótico, determinación de la calidad de los suelos, presentación de análisis químicos, físicos y mecánicos de suelos y por último, la definición del uso de los suelos en el APE, mediante información cartográfica de soporte. Como se puede denotar, dentro de las exigencias de evaluación en suelos se excluye la identificación de efectos significativos o adversos sobre dicho componente, presentación de alternativas ante alteraciones previsibles, determinación de la estabilidad de los suelos y descripción de la intervención en suelos, a partir del desarrollo de la actividad propuesta. En ese orden de ideas, la posición de Ecuador obtenida dentro del Ranking EPI, está enmarcada con las debilidades y exigencias insuficientes dentro de la regulación en suelos, que exponen los términos de referencia para la exploración de hidrocarburos.

2.2.10 Ghana.

Según “Environmental Assessment Regulations 1999”, se establecen los siguientes lineamientos dentro de la elaboración del EIA:

Los términos de referencia estipularán que la declaración de impacto ambiental sobre el proyecto propuesto se ocupará de los siguientes asuntos: Una descripción del proyecto, un análisis de la necesidad del proyecto, alternativas al proyecto, incluidas las situaciones alternativas en las que el proyecto no se puede llevar a cabo, asuntos sobre la selección del sitio incluyendo una declaración de los motivos de la elección del sitio propuesto y si se consideró cualquier otro sitio alternativo, una identificación de las condiciones ambientales existentes, incluidos los aspectos sociales, económicos y otros aspectos de mayor preocupación ambiental, información sobre los impactos potenciales, positivos y negativos del compromiso propuesto desde el aspecto ambiental, social, económico y cultural en relación con las diferentes fases de desarrollo del proyecto, el impacto potencial sobre la salud de las personas, propuestas para mitigar cualquier posible impacto negativo en el medio ambiente, socioeconómico, cultural y de salud pública, propuestas que se desarrollarán para monitorear el impacto ambiental predecible y medidas de mitigación propuestas, planes de contingencia existentes o por evolucionar para abordar cualquier impacto ambiental negativo imprevisto y medidas de mitigación propuestas, consulta con miembros del público que puedan verse afectados por las operaciones del proyecto, mapas, planos, tablas, gráficos, diagramas y otro material ilustrativo que ayudará con la comprensión de los contenidos de la declaración de impacto ambiental, un plan de gestión ambiental provisional, propuestas para el pago de una indemnización por posibles daños al suelo o los bienes derivados del

funcionamiento del proyecto y una indicación de afectación probable hacia cualquier área fuera de Ghana, producto de las actividades del proyecto (pp.4-5).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 130, con un puntaje de 58,89 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 22,46%.

Dentro de los lineamientos que establece Ghana, son importantes los requerimientos establecidos a nivel de la descripción del proyecto, identificación de las condiciones ambientales existentes, predicción de impactos potenciales, medidas de mitigación, propuestas de monitoreo ante impactos ambientales previsibles y presentación de información cartográfica de soporte (mapas, planos, entre otros).

Para concluir, son importantes las medidas que expone la legislación de Ghana, lo cual refleja una rotunda contrariedad respecto a la posición que ocupa dentro del Ranking EPI, sin embargo, las exigencias dentro de la EIA se exponen a nivel general y por lo tanto, no se evidencia una regulación específica para cada uno de los componentes del medio ambiente.

2.2.11 Nigeria.

Con base al “Environmental Impact Assessment Decree No 86 of 1992” perteneciente a las leyes de la federación de Nigeria, el gobierno militar federal decreta:

La EIA debe incluir como mínimo: Descripción de las actividades propuestas, descripción del entorno potencial afectado, incluida la información específica necesaria para identificar y evaluar los efectos ambientales de las actividades propuestas, descripción de las actividades a practicar, evaluación de los impactos ambientales probables o potenciales sobre la actividad propuesta y las alternativas, incluidos los efectos acumulativos directos o indirectos a corto plazo y a largo plazo, identificación y descripción de las medidas disponibles para mitigar los

impactos ambientales adversos de la actividad propuesta y la evaluación de dichas medidas, indicación de afectación hacia cualquier otro Estado, Área de Gobierno Local o áreas fuera de Nigeria, por la actividad propuesta o sus alternativas y resumen breve y no técnico de la información mencionada en esta sección (pp.6-7).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 133, con un puntaje de 58,27 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 18,75%.

El caso de Nigeria es muy similar al del país de Ghana, ya que su regulación no se encuentra plasmada de manera individual para cada uno de los componentes del medio ambiente, sin embargo, es importante resaltar los aspectos de evaluación referentes a la descripción de las actividades propuestas, identificación de efectos ambientales adversos y presentación de alternativas hacia dichos impactos previsibles.

2.2.12 Colombia.

De acuerdo a la Resolución 0421 de 2014 “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones”, las exigencias de evaluación para el componente suelo son las siguientes:

Se debe presentar el mapa de suelos que incluya la clasificación agrológica de los suelos con base en información existente; además se deberá identificar el uso actual y potencial, establecer los conflictos de uso del suelo, y adjuntar la información documental y cartográfica de soporte. La información debe presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC.

Presentar mapas a la escala de la información secundaria que esté disponible. En caso que no esté disponible, se deberá hacer el levantamiento de información respectiva (p.29).

Análisis: Su posición dentro del Ranking EPI es la número 57, con un puntaje de 75,93 y un porcentaje de variación respecto a la situación medioambiental de hace 10 años correspondiente a 14,84%.

De acuerdo a la Resolución 0421 de 2014, es importante que dentro de la elaboración del EIA se incluyan aspectos concernientes a la clasificación agrológica en el APE, identificación del uso actual y potencial de los suelos, establecimiento de conflictos por el uso del suelo y presentación de información cartográfica de soporte. En ese orden de ideas, se puede evidenciar que dentro de las exigencias de evaluación para el componente suelo, no se tiene en cuenta la identificación de impactos previsible, presentación de medidas de prevención y/o mitigación hacia efectos adversos en suelos, descripción de los usos del suelo que propone el proyecto, estudio de las condiciones ambientales para establecer la calidad de los suelos en el APE y determinación de la estabilidad del terreno. En conclusión, la posición de Colombia en el Ranking EPI dictamina correlación respecto a las exigencias faltantes de regulación en suelos, dentro del EIA para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.

Finalizada la aplicación del criterio de selección correspondiente a la revisión del apartado componente suelo y terminada la actividad referente a la identificación de la situación ambiental (Análisis), la siguiente tabla pondrá en exposición las fortalezas y debilidades para cada país, según las exigencias de evaluación ambiental en suelos:

Tabla 5. Cuadro comparativo de países resaltando fortalezas y debilidades a nivel de las exigencias de evaluación en el componente suelo

PAÍS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
España	Descripción de las previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo, evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la geodiversidad, el suelo, el subsuelo y el paisaje, descripción del suelo a ocupar y por último, el estudio del estado del lugar y sus condiciones ambientales antes del desarrollo de obras, además de los tipos existentes de ocupación del suelo, teniendo en cuenta las actividades preexistentes en la zona de estudio.	No es evidente la regulación respecto a la presentación de medidas de prevención, mitigación y compensación, ante posibles impactos ambientales negativos en el recurso suelo producto de la actividad de perforación exploratoria, al igual que no es un requerimiento la revelación de documentación en materia de la tipología de suelos presentes en el APE. Adicionalmente, tampoco se exige información respecto a la intervención del recurso suelo a razón del desarrollo de la actividad propuesta y no se incluye dentro de la normatividad, estudios de estabilidad o datos de sismicidad de los suelos presentes en el APE.
Reino Unido	Identificar, describir y evaluar los efectos significativos directos e indirectos del proyecto sobre el suelo, inclusión de las características de desarrollo a nivel de uso del suelo, descripción de la sensibilidad medioambiental en las zonas geográficas que puedan afectarse en cuanto a la abundancia relativa, disponibilidad, calidad y capacidad regenerativa del suelo y subsuelo.	No se hace expresa la solicitud de medidas de mitigación o alternativas ante impactos predecibles por la ejecución de la actividad propuesta, además de excluir la presentación de estudios referentes a la estabilidad en suelos del área de estudio. Tampoco se visualiza la exigencia de información respecto al uso actual, uso potencial y tipología de los suelos en el APE.
Estados Unidos	Descripción del medio ambiente afectado, predicción de impactos ambientales y alternativas. A nivel de suelos se destaca la presentación de mapa de suelos, propiedades de los suelos y sus limitaciones para el desarrollo de la actividad propuesta.	Se excluye dentro de la normatividad una descripción del uso actual y potencial de los suelos presentes en el área de estudio.
Argentina	Presentación de mapa geológico, geomorfológico y de suelos, además de incluir datos regionales o locales de sismicidad. También se acoge la identificación de emergencias ambientales probables, evaluando daños potenciales y especificando las medidas preventivas pertinentes.	No existe evidencia de exigencias a nivel de información respecto al uso mayor, uso actual y usos que propone el proyecto a razón del suelo, además de excluir la descripción del estado del lugar (Calidad de los Suelos).
Cuba	Descripción y caracterización general de los suelos a nivel de su estado (Calidad) en términos cualitativos y cuantitativos.	No contiene información de medidas de prevención, mitigación y compensación hacia probables impactos ambientales en los suelos, tampoco se exige una descripción de la intervención en el suelo producto de la perforación exploratoria. Adicionalmente no se hace expresa la solicitud de documentación referente al uso actual y potencial de los suelos e identificación o predicción de impactos en dicho componente. También se excluye la presentación

		de estudios referentes a la estabilidad de suelos en el APE.
México	Descripción del uso actual, coeficiente de ocupación y utilización del suelo, presentación de anexos que indiquen los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos en el APE, incluir plano edafológico que evidencie las distintas unidades de suelos en el APE, establecer los tipos de suelo según la clasificación FAO-UNESCO e INEGI, adjuntar el porcentaje de predios que modificará su uso del suelo, presentación de medidas de prevención y mitigación, anexar estudios técnicos correspondientes a la mecánica de suelos y métodos para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales.	Omite la descripción del estado del lugar y calidad de los suelos presentes en el APE
Perú	Presentar la clasificación de uso mayor de los suelo, identificar el uso actual del suelo, establecer los conflictos de uso del suelo, realizar una caracterización fisicoquímica y orgánica del suelo, realizar un estudio geomecánico de los suelos (Evaluación Geotécnica), presentar mapas temáticos de uso mayor y actual de los suelos, relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo y presentar el Programa de manejo del suelo.	No se visualiza regulación a nivel de la identificación o predicción de impactos en el suelo a raíz del desarrollo del proyecto propuesto.
Bolivia	A nivel de la descripción del proyecto, obra o actividad, se debe incluir los tipos de ocupación existentes del suelo (Actividades Preexistentes), identificación de impactos en los suelos y descripción del suelo a ocupar en el APE.	No es evidente la regulación a nivel de las medidas de prevención y mitigación hacia los impactos en suelos a identificar, se omite información respecto a la tipología de suelos en el APE, además de la descripción o intervención en suelos a raíz de la actividad propuesta, y por último, se excluye la presentación de información respecto a la calidad de los suelos.
Ecuador	Determinar la calidad del suelo y definir el uso del suelo según información cartográfica y análisis de campo.	No se visualiza dentro de los términos de referencia regulación respecto a la identificación de posibles impactos en el suelo y por lo tanto no son evidentes las propuestas de medidas de control y/o restauración hacia dichos impactos producto de la exploración hidrocarburífera, además no se solicita la descripción del uso de suelo que plantea el proyecto y no se exige información a nivel de la tipología de suelos presentes en el APE, al igual que se omite la presentación de estudios concernientes a la estabilidad de los suelos.
Ghana	Descripción del proyecto, alternativas al proyecto, identificación de las condiciones ambientales existentes, información sobre los impactos potenciales, propuestas para mitigar cualquier impacto negativo en el	La regulación es muy general y no se específica en ningún apartado exigencias de evaluación propias para el componente suelo.

	medio ambiente, propuestas de monitoreo a impactos ambientales predecibles, planes de contingencia, medidas de mitigación, plan de gestión ambiental provisional e indicación de áreas afectadas fuera del territorio de Ghana.	
Nigeria	Descripción de las actividades propuestas y del entorno potencial afectado, identificar y evaluar los efectos ambientales de las actividades propuestas, descripción de las actividades a practicar, evaluación de los impactos ambientales probables o potenciales sobre la actividad propuesta y las alternativas e indicación de afectación hacia cualquier otro territorio externo a Nigeria.	La regulación hacia el componente suelo no es evidente por lo que las exigencias para la elaboración del EIA son a nivel general.
Colombia	Presentar mapa de suelos que incluya su clasificación agrológica, identificar el uso actual y potencial de los suelos, establecer los conflictos de uso del suelo y adjuntar información documental y cartográfica de soporte.	No es evidente exigencias a nivel de la identificación de impactos y sus respectivas alternativas o medidas de mitigación, adicionalmente no se visualiza solicitud de información respecto al uso de los suelos que propone el proyecto y se omiten estudios a nivel de la estabilidad de los suelos en el APE.

Fuente: Tomado de las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo de cada

país, ajustado por el autor.

2.3 Selección Referente Internacional

La siguiente tabla evidenciará los aspectos de evaluación a nivel ambiental, técnico y social para cada país, siendo el complemento de los criterios de selección anteriormente desarrollados:

Tabla 6. *Identificación del Referente Internacional Según Criterios de Selección Ambientales, Técnicos y Sociales*

PAÍS	AMBIENTAL	TÉCNICO	SOCIAL
España (Ley 21 del 9 de Diciembre de 2013)	A nivel ambiental se destaca la descripción de las previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo, evaluación y cuantificación de los efectos previstos directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto a nivel del suelo y subsuelo, estudio del estado del lugar y sus condiciones ambientales.	En el contexto técnico se resalta la descripción general del proyecto y materiales a utilizar, suelo a ocupar, además de la identificación del uso actual de los suelos según actividades preexistentes.	Involucra la evaluación y cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, salud humana y bienes materiales, incluido el patrimonio cultural.
Reino Unido (The Town and Country Planning)	En materia ambiental se exige la identificación, descripción y evaluación de los efectos significativos directos e indirectos	A razón del criterio técnico se debe considerar con mucha atención los aspectos relacionados con el uso actual de	En el campo social se resalta la descripción de factores que puedan verse afectados

“Environmental Impact Assessment” Regulations 2017 No 571)	del desarrollo propuesto a nivel del suelo, la sensibilidad medioambiental de las zonas geográficas que puedan verse afectadas por el desarrollo, en especial la abundancia relativa, disponibilidad, calidad y capacidad regenerativa del suelo y subsuelo. Adicionalmente se solicita una descripción de la afectación significativa de los suelos, teniendo en cuenta variables como la materia orgánica, erosión, compactación, sellado y disponibilidad sostenible de este recurso.	los suelos, descripción de la fase operativa de desarrollo, en el que se destaque la demanda de energía y recursos naturales utilizados.	significativamente por el desarrollo del proyecto como lo son la población, salud humana, patrimonio cultural, incluidos aspectos arquitectónicos y arqueológicos.
Estados Unidos (The Principles of Environmental Impact Assessment)	Incluye la descripción del entorno ambiental a razón de las características del área donde ocurriría la acción propuesta. Esta descripción también proporciona datos de referencia con los cuales se pueden identificar los impactos ambientales de la acción propuesta.	Se debe soportar la configuración ambiental a partir de las siguientes categorías: Geología (Provincias Geológicas, Fuentes de Roca, Historia de Estabilidad Geológica o Inestabilidad), topografía (Topografía General de la Región y Específica del Área del Proyecto), suelos (Mapa de Suelos, Propiedades de los Suelos, Limitaciones para el Desarrollo), áreas ambientalmente sensibles y uso del suelo (Patrones Existentes de Uso de la Tierra en la Región, Planificación Regional para Uso Futuro, Zonificación).	Dentro de “The Principles of Environmental Impact Assessment”, no se evidencian aspectos de índole social.
Argentina (Resolución 25 de 2004)	A nivel ambiental, es pertinente la presentación de un informe que identifique y evalúe la magnitud de las emergencias ambientales previstas, daños potenciales y medidas preventivas o alternativas correspondientes.	A nivel técnico se destaca la presentación del mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa de suelos y datos regionales o locales de sismicidad.	El aspecto social involucra la identificación de los efectos ambientales adversos previsibles, que pudieran afectar la vida o salud humana.
Cuba (Resolución 132 de 2009)	Incluye la descripción general del área de desarrollo del proyecto.	Acapara la descripción y caracterización general de los suelos en términos cualitativos y cuantitativos.	Acopla la solicitud de un análisis específico de factores socio-económicos que influyen en la salud, educación y modo de vida tradicional.
México (Guía para la Presentación de la MIA)	Ambientalmente se acoplan aspectos a nivel de la caracterización y análisis del sistema ambiental, que destaca los indicadores de impacto sobre el suelo que deben estar ligados fundamentalmente a la calidad y en poca medida al volumen de remoción. Adicionalmente, se exige	Los aspectos técnicos intervienen en la descripción del uso actual del suelo en el APE, detallando las actividades que se lleven a cabo en dicha zona, descripción del COS y CUS, además de establecer los usos permitidos, condicionados y/o prohibidos de los suelos y desde	No se hace referencia a ningún aspecto.

	la presentación de alternativas o medidas importantes de prevención y mitigación hacia impactos previsibles en el componente suelo.	luego, los usos que propone el mismo proyecto. Técnicamente también se debe soportar la clasificación de los suelos según FAO-UNESCO e INEGI, a partir de un plano edafológico. En ese orden de ideas, se exige el anexo de estudios técnicos referentes a la mecánica de suelos en el área del proyecto e inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo, para establecer los impactos de ocupación en el APE.	
Perú (Resolución Ministerial 546 de 2012)	El programa de manejo del suelo perteneciente al EMA, debe incluir 6 ítems de los cuales el interesado deberá hacer explícita la manera en que desarrollará el manejo y disposición de materiales sobrantes, manejo de taludes, manejo paisajístico, manejo de materiales de construcción, manejo de escorrentía y control de la erosión.	Incluye la presentación de la clasificación del uso mayor e identificación del uso actual del suelo, de acuerdo a los lineamientos de la UGI. Además, se exige el desarrollo de aspectos relacionados con la caracterización fisicoquímica y orgánica del suelo, evaluación geotécnica o estudio geomecánico de los suelos y presentación de mapas de los suelos, para apreciar sus características y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo.	El criterio social se manifiesta en el establecimiento de los conflictos de uso del suelo y su relación con el proyecto.
Bolivia (Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos)	Resalta los aspectos de evaluación referentes al desarrollo de un inventario ambiental de características cualitativas y cuantitativas, para establecer el estado de las condiciones ambientales en el APE e identificación de impactos previsibles en el suelo.	Acopla regulación referente a la descripción general del proyecto, tipos de ocupación del suelo o actividades preexistentes en el APE, materiales a utilizar y suelo a ocupar.	El Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos, no relaciona aspectos sociales dentro de su regulación.
Ecuador (Términos de Referencia de EIA en el Sector Hidrocarburos)	Establecimiento de la calidad de los suelos según los parámetros establecidos en el ANEXO 2 del Acuerdo Ministerial 028 Publicado en el Registro Oficial 270 del 13 de febrero de 2015 que Reforma al Libro VI del TULSMA.	Se destacan aspectos como la caracterización del Componente Físico o Abiótico de acuerdo a estudios previos e información cartográfica de soporte, presentación de análisis físicos y mecánicos de suelos, según muestreos previos desarrollados en el APE. Adicionalmente, el EIA definirá el uso de suelo con base a revisiones cartográficas y ejecución de análisis de campo.	No se evidencian aspectos a nivel del criterio social, dentro de la regulación de Ecuador.
Ghana (Environmental Assessment Regulations)	En el contexto ambiental, se resalta la identificación de las condiciones ambientales existentes, aspectos de mayor preocupación	En el contexto técnico se incluye la descripción del proyecto, presentación de mapas, planos, tablas, gráficos,	Se destaca la identificación de aspectos sociales, presentación de

	ambiental en el APE, exposición de información acerca de los impactos previsibles y presentación de propuestas de mitigación hacia dichos impactos medioambientales. No es evidente dentro de la legislación de Ghana, evaluación específica hacia ningún componente del medio ambiente.	diagramas, entre otros, y desarrollo de un análisis referente a la necesidad o importancia del proyecto.	información sobre el compromiso propuesto en el sentido social y desarrollo de propuestas de mitigación de impactos que alteren la salud pública.
Nigeria (Environmental Impact Assessment Decree No 86 of 1992)	Se subraya en términos ambientales, la descripción del entorno potencial afectado, evaluación de los impactos ambientales probables o potenciales causados por la actividad propuesta, descripción de las medidas de mitigación a impactos ambientales adversos y la indicación de afectación de un territorio externo a Nigeria.	Técnicamente se enfatiza en la descripción de las actividades propuestas a practicar o desarrollar.	No se evidencian aspectos sociales de regulación.

Fuente: Tomado de las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo de cada país, ajustado por el autor.

De acuerdo al desarrollo de las actividades expuestas en los numerales 2.1 Listado de Países y 2.2 Aplicación de los Criterios de Selección e Identificación de la Situación Ambiental, retroalimentadas mediante la elaboración de la Tabla 6, el referente internacional fue seleccionado de acuerdo a los lineamientos establecidos a nivel de la solicitud y/o exigencia de información respecto a las actividades del proyecto propuesto y su interacción con el recurso suelo, caracterización de los suelos en el APE (Tipos, Propiedades Físicoquímicas, Estudios de Mecánica de Suelos), identificación o predicción de impactos negativos previsibles en el suelo y presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación ante efectos adversos en suelos conforme al desarrollo de la actividad propuesta. En ese orden de ideas, según los criterios de selección ambientales, técnicos y sociales evaluados, el país seleccionado es MÉXICO.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS COMPARATIVO

La presente fase del proyecto se compone de 3 actividades. La primera actividad desglosada dentro del numeral 3.1 Matriz de Evaluación, comprende el desarrollo de una matriz compuesta por cinco variables correspondientes a las medidas de prevención, información de línea base, evaluación de factores ambientales, debilidades y fortalezas técnico jurídicas, a las que se someterán los países de Colombia y México. La actividad posterior evidenciada en el numeral 3.2 Selección de Aspectos Relevantes de la Matriz de Evaluación, recopilará aspectos en los que se identifiquen debilidades a nivel de la regulación ambiental en suelos de Colombia, con base en las fortalezas del referente internacional (México). Por último, la actividad que concluye con la ejecución de la Fase II, es la expuesta en el numeral 3.3 Análisis Comparativo entre Colombia y México, que tiene como punto de referencia las dos actividades previamente desarrolladas y que confrontará las exigencias de evaluación para el componente suelo que establecen Colombia y México.

3.1 Matriz de Evaluación

Tabla 7. Matriz de evaluación entre Colombia y México

VARIABLES	COLOMBIA	MÉXICO
Presentación de Medidas de prevención, control, mitigación y/o restauración, de los impactos ambientales generados en el componente suelo, a causa de los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.	Dentro del apartado componente suelo, no se evidencia la presentación de medidas o alternativas de prevención, mitigación y/o restauración de impactos ambientales hacia dicho recurso natural, que provengan de la actividad exploratoria de hidrocarburos.	Se exige la exposición de medidas o alternativas de prevención y mitigación, a partir de la predicción o identificación de impactos en el componente suelo, que puedan generarse por el desarrollo de la actividad propuesta, adicionalmente, se requiere la presentación de programas aplicables de monitoreo para evitar fugas o derrames, que logren afectar los suelos en el APE.
Información de línea base y/o cartográfica que solicita la autoridad ambiental competente de cada país.	Se exige la presentación del mapa de suelos que contenga la clasificación agrológica en el APE, además de la identificación del uso actual y potencial de los suelos según información del POT. Finalmente, se deben establecer los conflictos de uso del recurso suelo, mediante información documental y cartográfica de soporte.	Acopla la descripción del uso actual de los suelos y actividades preexistentes, adicionalmente es pertinente remitirse hacia los planes y programas de desarrollo urbano estatales o municipales para conocer los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, para lo cual se exige la descripción de los usos que plantea la actividad propuesta. Además, para la caracterización y análisis del

		sistema ambiental, se debe establecer la tipología de suelos en la zona geográfica donde se desarrollará el proyecto, que tendrá en cuenta el área de influencia acorde a la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI, para lo cual se debe anexar un plano edafológico.
Identificación de evaluación en los factores ambientales y genéticos que intervienen en el componente suelo, en los que se destaca el material parental, clima, topografía, macro y microorganismos.	Dentro de los términos de referencia, no es evidente la evaluación de los diversos factores ambientales y genéticos que intervienen en el componente suelo.	Se exige la presentación o desarrollo de un inventario mapificado de factores ambientales importantes en el desarrollo de la actividad propuesta, en los que se destaca el clima, geología histórica (Edafología Relativa), fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Dicho inventario mapificado debe sobreponerse a las acciones del proyecto, para interpretar los impactos de ocupación en el APE.
Debilidades técnicas y jurídicas evidenciadas en el apartado de componente suelo dentro de los términos de referencia para la perforación exploratoria de hidrocarburos en cada país.	Dentro del EIA para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, no es evidente la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o restauración para el componente suelo, según impactos medioambientales negativos que puedan ocurrir a causa de la actividad propuesta, adicionalmente, la regulación ambiental está falta de información en la que se identifique el uso de los suelos, a razón de la ejecución o desarrollo de las diferentes fases del proyecto.	Los aspectos negativos conciernen a la falta de requerimientos en el contexto social, puesto que no se ven reflejados dentro de la regulación ambiental de este país, además, se ignoran dos variables importantes de reglamentación que retribuyen a la descripción del estado del lugar y determinación de las condiciones ambientales presentes en el APE.
Fortalezas técnicas y jurídicas evidenciadas en el apartado de componente suelo dentro de los términos de referencia para la perforación exploratoria de hidrocarburos en cada país.	Las fortalezas están ligadas al requerimiento de información de línea base, que contribuya a conocer la tipología y usos de los suelos en el área de estudio, a partir de documentación como el POT y cartografías suministradas por el archivo del IGAC.	Los aspectos positivos están acuñados a la descripción del uso actual de los suelos (Actividades Preexistentes) en el APE, revisión de los planes o programas de desarrollo urbano que permitan establecer los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, descripción del uso de los suelos de acuerdo a la actividad propuesta, y presentación de la caracterización y análisis del sistema ambiental. Adicionalmente, es importante que la regulación acople una lista de indicadores ambientales, centrados en la calidad y no en el volumen de suelo a remover, de la misma manera se destacan las exigencias a nivel de las medidas o alternativas de prevención y mitigación en suelos, presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos y elaboración de un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo del proyecto.

Fuente: Tomado de la Resolución 0421 de 2014 de Colombia y de la Guía para la

presentación de la MIA de México, ajustado por el autor.

3.2 Selección de Aspectos Relevantes de la Matriz de Evaluación

De acuerdo a la matriz de evaluación evidenciada en el numeral 3.1 Matriz de Evaluación, los aspectos relevantes seleccionados son los siguientes:

- ✓ La MIA exige la presentación de medidas o alternativas de prevención, mitigación y restauración, ante posibles impactos ambientales en el componente suelo, dentro de las cuales se debe incluir el programa para evitar fugas o derrames, que puedan conllevar a la contaminación de los suelos en el APE.
- ✓ Información de línea base, ya que según la MIA, es pertinente la consulta de planes o programas de desarrollo urbano estatales o municipales, para conocer los usos permitidos, condicionados y prohibidos del suelo en el APE. En ese orden de ideas, es necesaria la presentación o descripción de los usos que propone el proyecto, a razón del componente suelo.
- ✓ Información cartográfica, debido a que la MIA exige la caracterización de los suelos y análisis del sistema ambiental, a partir de la clasificación establecida por la FAO-UNESCO e INEGI, que debe incorporar un plano edafológico que sea muestra de la geodiversidad o tipología de suelos presentes en el área del proyecto.
- ✓ Identificación de los factores ambientales que destaca la MIA, soportado por la presentación de un inventario mapificado que incluye el clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Conociendo las acciones en el desarrollo del proyecto, a partir del inventario mapificado se podrán deducir los impactos de ocupación en el APE.
- ✓ Debilidades a nivel técnico y/o jurídico que presenta la MIA, entre las cuales se encuentran la descripción del estado del lugar o condiciones ambientales existentes,

además de la exclusión del contexto social o ausencia de la presentación de los conflictos por el uso del suelo en la zona de estudio.

- ✓ Las fortalezas evidenciadas en la MIA, representadas en las exigencias de evaluación para el componente suelo, a nivel de la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales en los suelos producto de la actividad de perforación exploratoria, presentación de medidas o alternativas de prevención, mitigación y restauración ante los impactos en suelos previamente identificados, información de línea base y cartográfica de soporte, identificación de factores ambientales, listado de indicadores ambientales y presentación de anexos correspondientes a los estudios relacionados con la mecánica de suelos, para establecer la estabilidad de los suelos presentes en APE mediante la exploración del subsuelo, estudios de estratigrafía y análisis de las cimentaciones en la zona del proyecto.

3.3 Análisis Comparativo entre Colombia y México

Como se evidencian en los términos de referencia para la elaboración del EIA, para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia, a nivel de las exigencias de evaluación en el componente suelo se destaca la presentación de mapa de suelos que contenga la clasificación agrológica de los suelos, identificación del uso actual y potencial de los suelos (Actividades Preexistentes), establecimiento de conflictos por el uso de los suelos (Diferencia entre dos o más personas naturales o jurídicas las establezcan actividades en el uso del suelo contrarias a sus intereses dentro del área de estudio) y presentación de anexos referentes a información documental y cartográfica de soporte. Como se puede denotar, la regulación ambiental de Colombia está falta de aspectos importantes de evaluación para el componente suelo y como prueba de ello se puede denotar la regulación de México, ya que de acuerdo a la

Guía para la presentación de la MIA que constata la LGEEPA, son planteados o establecidos los aspectos mencionados dentro del numeral 3.2 Selección de Aspectos Relevantes de la Matriz de Evaluación, que son importantes a la hora de evaluar el componente suelo.

A manera comparativa, Colombia dentro de las exigencias de evaluación ambiental en suelos, no acopla la presentación de medidas de prevención, mitigación y/o restauración hacia impactos previsibles sobre dicho componente, producto de la actividad de perforación exploratoria, caso opuesto al de México, que además añade dentro de sus alternativas, el programa para evitar fugas o derrames que pudiesen generar efectos adversos sobre los suelos en el APE.

En cuanto a la solicitud de información de línea base y/o cartográfica de soporte, Colombia y México concuerdan en los aspectos relacionados con la identificación o descripción del uso actual de los suelos y clasificación agrológica o tipologías de suelos presentes en el APE, aunque los estudios de clasificación de suelos para México deben soportarse de acuerdo a la FAO-UNESCO e INEGI, que son acondicionados para la región central del continente americano. Las diferencias radican en que México exige la consulta de planes y programas de desarrollo en los cuales se puedan evidenciar los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, para determinar los tipos de actividades que pueden desarrollarse sin que la autoridad competente se imponga ante ello, los proyectos que puedan desarrollarse bajo el cumplimiento de requisitos que establezca el ente regulador y las obras que bajo por ninguna circunstancia puedan ejecutarse en la zona de estudio, a lo que se le suma, la descripción del uso de los suelos que propone el proyecto. A nivel de la identificación de evaluación en los factores ambientales y genéticos que intervienen en el suelo, para el caso de Colombia no son evidentes aspectos de regulación en dicha variable y en el contexto de México, se exige la presentación o desarrollo de un inventario

mapificado de factores ambientales importantes en el desarrollo de la actividad propuesta, para la identificación de los impactos de ocupación en el APE, teniendo en cuenta cada una de las actividades a ejecutar en el proyecto.

A razón de las debilidades técnico jurídicas, según los términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia, no existe regulación a nivel de la presentación de medidas o alternativas de prevención, mitigación y/o restauración en suelos, ante la predicción de posibles efectos adversos sobre dicho componente, a lo que se le añade, la exclusión de la descripción del uso de los suelos que propone el proyecto. Por otro lado, los aspectos negativos que embargan la regulación para el componente suelo de México (MIA), tienen que ver con el descarte de factores importantes de evaluación ambiental, como lo son la descripción de las condiciones ambientales o estado del lugar y determinación de la calidad de suelos presentes en el APE.

Para finalizar, las fortalezas de la regulación en suelos para Colombia, están representadas mediante la solicitud de información de línea base que permita identificar la tipología de suelos presente en la zona de estudio. Por parte de México, sus fortalezas a nivel de las exigencias de evaluación para el componente suelo, están enmarcadas por la descripción de actividades preexistentes, revisión de planes o programas de desarrollo en el que se establezcan los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, usos de los suelos conforme a la actividad propuesta, lista de indicadores ambientales que debe centrarse más a la calidad de los suelos que el volumen de remoción, predicción de efectos significativos potenciales sobre el suelo, presentación de alternativas de prevención y mitigación en suelos ante los impactos ambientales previamente identificados o previsibles, estudios técnicos de mecánica de suelos y por último, el desarrollo de un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes del proyecto.

CAPÍTULO 4. RECOMENDACIONES TÉCNICO JURÍDICAS

La Fase III (Recomendaciones Técnico Jurídicas) se constituye de las actividades desglosadas en los numerales 4.1 Selección de Modificaciones y Suspensiones y 4.2 Generación de Recomendaciones Técnico Jurídicas. En ese orden de ideas, la primera actividad respectivamente, comprende su desarrollo a partir de las fortalezas y debilidades técnico jurídicas (Previamente Identificadas) respecto a las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo de Colombia y México, con la finalidad de hacer efectiva la selección de los aspectos a modificar, suspender, añadir y/o afianzar dentro de la regulación en suelos de Colombia, y la segunda actividad respectivamente, mediante la instauración de los ajustes pertinentes para la reglamentación en suelos, de acuerdo a las debilidades técnico jurídicas de Colombia, es adjudicada la propuesta de términos de referencia en el componente suelo evidenciada en el numeral 4.3 Propuesta Final de Términos de Referencia.

4.1 Selección de Modificaciones y Suspensiones

La regulación de Colombia a nivel de la presentación del EIA para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y teniendo en cuenta la MIA (México), debe incluir los aspectos referentes a la presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación, consulta de planes o programas nacionales de desarrollo para identificar los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos en el APE, además de incorporar la descripción del uso de los suelos según el desarrollo de la actividad propuesta. Otro aspecto que debe incluir la legislación de Colombia, tiene que ver con el acoplamiento de la lista indicativa de indicadores ambientales aplicables, que destaque los indicadores de impacto sobre el suelo, los cuales deberán centrarse más a la calidad que al volumen o cantidad a remover, y que acaparará, el porcentaje de la superficie de los predios que modificarán su uso del suelo. Adicionalmente, es importante que

los términos de referencia que regulan la actividad de perforación exploratoria de hidrocarburos, acoplen las medidas que establece la legislación de México conforme a la presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos, planteamiento o presentación de propuestas de metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales en el suelo, y desarrollo de un inventario mapificado de factores ambientales importantes como lo es el clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora y fauna, para interpretar los impactos de ocupación en el APE.

Para finalizar, de acuerdo a las exigencias de evaluación para el componente suelo de México, no se tendrán en cuenta los aspectos relacionados con la descripción del uso actual del suelo, puesto que la legislación de Colombia lo tiene en cuenta dentro de la Resolución 0421 de 2014, asimismo, la identificación de la tipología de suelos con base a la configuración establecida por la FAO-UNESCO e INEGI, ya que hace parte de estudios geológicos propios de América Central y México, no obstante, Colombia exige la presentación del mapa de suelos que contenga la clasificación agrológica de los suelos en el APE, que debe ser expuesta según los estándares vigentes de presentación de información de campo establecidos por el IGAC. En ese orden de ideas, no se modificará o suspenderá ningún aspecto a nivel de las exigencias de evaluación para el componente suelo de Colombia, por lo tanto, el apartado que regula el suelo en su totalidad se consolidará y afianzará dentro de la presente propuesta, que incorporará los aspectos mencionados en el presente numeral, correspondientes a la reglamentación de suelos que establece México.

A continuación se evidenciarán los aspectos de regulación para el componente suelo, que deben ser consolidados para la presente propuesta, y para los cuales se debe adjuntar la información documental y cartográfica de soporte correspondiente:

- ✓ Presentar el mapa de suelos que evidencie la clasificación agrológica de los suelos, a la escala de la información secundaria disponible. En caso de no estar disponible, se deberá desarrollar el levantamiento respectivo. De acuerdo a la Resolución 0421 de 2014, “La información secundaria deberá ser de fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel (Revistas Científicas, Publicaciones Académicas, de Centros o Institutos de Investigación y otras Fuentes que hayan tenido un Proceso Idóneo de Publicación)”.
- ✓ Identificar el uso actual y potencial de los suelos presentes en el APE.
- ✓ Establecer los conflictos de uso del suelo, teniendo como soporte, la disputa de intereses entre dos o más personas (naturales o jurídicas) que establezcan un uso distinto e irreconciliable de los suelos presentes en el APE.

Al no evidenciarse aspectos a modificar y suspender, es pertinente la inclusión de los siguientes lineamientos de evaluación para el componente suelo, según lo establecido por la MIA de México:

- ✓ Presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación, ante impactos ambientales previsibles sobre los suelos presentes en el APE.
- ✓ Identificación de los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos en el APE.
- ✓ Presentación de la lista indicativa de indicadores ambientales aplicables, que destaque los indicadores de impacto sobre el suelo, los cuales deberán centrarse más a la calidad que al volumen o cantidad a remover.
- ✓ Presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos, para identificar la estabilidad del terreno o predio, y de esta manera establecer la viabilidad del proyecto a razón de la instauración de obras (Construcción de Vías de Acceso, Campamentos, Instalación de la

Torre de Perforación, Entre Otras), que conserven las propiedades físicas y químicas de los suelos en el APE, para el desarrollo de actividades posteriores a la finalización del proyecto. El estudio de mecánica de suelos deberá incluir aspectos referentes a la geología, exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio, estratigrafía y análisis de la cimentación.

- ✓ Presentación de propuestas de metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales de los suelos en el APE.
- ✓ Desarrollo de inventario mapificado de factores ambientales fundamentales para el desarrollo del proyecto, en los que se destaca el clima, geología, fisiografía, suelos, uso actual del suelo, entre otros. El mapa, al ser comparado con cada una de las acciones del proyecto, permitirá interpretar los impactos de ocupación en el APE.

4.2 Generación de Recomendaciones Técnico Jurídicas

Las recomendaciones expuestas en el presente numeral, serán acondicionadas de acuerdo a lo establecido en el numeral 4.1 Selección de Modificaciones y Suspensiones, en el cual se manifiestan los aspectos a consolidar propios de la Resolución 0421 de 2014 e inclusión de nuevos lineamientos extraídos de la MIA, pertenecientes al referente internacional (México).

4.2.1 Recomendaciones Técnicas.

Dentro de la propuesta de términos de referencia para el componente suelo, se recomienda tener en cuenta los lineamientos o exigencias de evaluación ambiental en suelos, que se exponen a continuación:

- ✓ Identificar los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, con el fin de establecer los tipos de proyectos que puedan desarrollarse en el APE, asimismo, las actividades u obras que no tienen posibilidad alguna de ejecutarse dentro de la zona de

estudio. En este contexto se añaden de igual forma, las actividades que puedan desarrollarse bajo ciertas restricciones que dependerán de lo establecido por las autoridades ambientales competentes, planes y/o programas de desarrollo.

- ✓ Incluir la lista indicativa de los indicadores ambientales de impacto, para determinar la calidad de los suelos en la zona de estudio antes, durante y después de la ejecución del proyecto.
- ✓ Presentar metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales en suelos producto de la actividad de perforación exploratoria, con la finalidad de reconocer las posibles problemáticas de la alteración hacia dicho componente, para posteriormente presentar las medidas de control pertinentes.
- ✓ Presentar medidas o alternativas de prevención y mitigación, con el objetivo de evitar efectos significativos potenciales adversos hacia el componente suelo, además de contrarrestar cualquier tipo de problemática relacionada con la alteración de la calidad de suelos, a causa de la ejecución de proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.
- ✓ Presentar estudios referentes a la mecánica de suelos, para establecer la estabilidad de los suelos en el APE, de manera que se identifiquen y evalúen los impactos ambientales previsibles, producto de la perforación del suelo y capas u horizontes del subsuelo.
- ✓ Desarrollar el inventario mapificado de los diferentes factores ambientales que intervienen en el proyecto, se debe incorporar dentro de la propuesta para hacer efectiva la interpretación de los impactos de ocupación, en la zona de estudio.

4.2.2 Recomendaciones Jurídicas.

Dentro del apartado componente suelo, contenido en el numeral 5.1.4 de los Términos de referencia para la elaboración del EIA para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, a nivel jurídico se recomienda lo siguiente:

- ✓ La totalidad de los aspectos que establece la Resolución 0421 de 2014 correspondientes al apartado para el componente suelo, deben consolidarse dentro de la presente propuesta, ya que se destaca la presentación del mapa de suelos que es de vital importancia para establecer la tipología de suelos en el área de estudio, además de la identificación del uso actual y potencial de los suelos en el APE, para determinar las actividades preexistentes de la zona donde se dará vía libre o desarrollo al proyecto y para finalizar, el establecimiento de los conflictos de uso del suelo, siendo un factor de evaluación a nivel social relevante, para la elaboración del EIA.
- ✓ Adicionar dentro de la presentación de información de campo de acuerdo a los estándares vigentes del IGAC, la metodología general para la presentación de estudios ambientales, bajo el seguimiento del modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) instaurado dentro de la Resolución 1415 de 2012.
- ✓ Incorporar en el apartado para el componente suelo, contenido dentro de la caracterización del área de influencia y en ella el medio abiótico, lo referente a la presentación de mapas a la escala de la información secundaria disponible, a razón de puntualizar y especificar el conjunto de escalas o tipologías de fuentes que pertenecen a la categoría expuesta.
- ✓ Incluir los lineamientos de la Guía para la presentación de la MIA de México, expuestos dentro de las recomendaciones técnicas previamente desarrolladas.

4.3 Propuesta Final de Términos de Referencia

A continuación se exponen los lineamientos de evaluación ambiental en suelos (Componente del Medio Abiótico), para la elaboración del EIA para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos:

4.3.1 Medio Abiótico.

Se constituye de los siguientes componentes: Geología, Geomorfología, Suelos, Hidrología (Calidad del Agua y Usos del Agua), Hidrogeología y Atmósfera (Clima, Inventario de Emisiones, Calidad del Aire y Ruido).

4.3.2 Suelos.

Se debe presentar el mapa de suelos que incluya la clasificación agrológica de los suelos con base en información existente; además se deberá identificar el uso actual y potencial, establecer los conflictos de uso del suelo, y adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.

La información debe presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC y la metodología general para la presentación de estudios ambientales, bajo el seguimiento del modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) instaurado dentro de la Resolución 1415 de 2012.

Presentar mapas a la escala de la información secundaria que esté disponible, es decir, de fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel (revistas científicas, publicaciones académicas, de centros o institutos de investigación y otras fuentes que hayan tenido un proceso idóneo de publicación). En caso que no esté disponible, se deberá hacer el levantamiento de información respectiva.

Determinar los coeficientes COS y CUS (Coeficiente de Ocupación del Suelo y Coeficiente de Utilización del Suelo). El COS corresponde al área total del terreno requerido para el desarrollo del proyecto y el CUS comprende la sumatoria de áreas específicas en las cuales se hará uso del suelo para la construcción de vías de acceso, instauración de campamentos, construcción de piscinas para los lodos de perforación e instalación de las torres de taladro.

Identificar los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, además de incluir la descripción de los usos que propone el propio proyecto y establecer las densidades de ocupación territorial permitidas, de acuerdo a los POT, PBOT y EOT aplicables para el proyecto.

Incorporar los indicadores de impacto sobre el suelo que deberán estar ligados más a su calidad que al volumen que será removido, asimismo, definir el porcentaje de la superficie de los predios que cambiarán el uso del suelo.

Desarrollar estudios técnicos referentes a la mecánica de suelos en el APE y proponer o plantear metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales previsibles en los suelos, producto de la ejecución o desarrollo del proyecto.

Presentar medidas o alternativas de prevención y mitigación, hacia impactos previsibles en los suelos, en las que se deberá incorporar el programa de monitoreo para evitar fugas y derrames en la construcción de pozos, que pudieran alterar las propiedades fisicoquímicas de los suelos.

Elaborar un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo del proyecto, tales como: clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Establecer los impactos de ocupación dentro de la zona de estudio, comparando las acciones del proyecto con el inventario previamente desarrollado.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Fase I

Dentro de los 75 países sometidos a la evaluación del Ranking EPI, el de mejor posición y puntuación fue Dinamarca, aunque para el estudio fue irrelevante, puesto que este país no cumplía con el criterio de selección concerniente al idioma (Inglés y/o Español), por lo tanto, no se destacó como opción para la selección del referente internacional. En ese orden de ideas, respecto a los países que dieron cumplimiento con el criterio de selección respecto al idioma, España fue el de mejor posición (6) y puntuación (89,21), sin embargo, no se convirtió en el referente internacional, debido a sus vacíos técnicos y jurídicos, a nivel de las exigencias de evaluación en suelos. En ese sentido, se aplicó el criterio de selección correspondiente a la revisión del apartado “componente suelo” para 15 países, de los cuales Venezuela, Filipinas, Sudáfrica y Guinea Ecuatorial, no fueron tenidos en cuenta, ya que su aporte era nulo para la investigación.

Finalmente, el referente internacional seleccionado fue México, y a pesar de no ocupar la mejor posición (67) y puntuación (73,59) dentro del Ranking EPI, su regulación en suelos era la de mayor restricción entre los 11 países bajo estudio. De esta manera, a continuación se evidenciarán los aspectos relevantes (Fortalezas) de las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo, establecidos por la Guía para la presentación de la MIA de México:

- ✓ Describir el uso actual de los suelos, teniendo en cuenta las actividades preexistentes dentro de la zona de estudio.
- ✓ Determinar los coeficientes COS y CUS.
- ✓ Establecer las densidades de ocupación territorial permitidas e identificar los usos admitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, de acuerdo a los planes y programas

de desarrollo urbano aplicables para el área de estudio, asimismo, describir los usos del suelo que propone el propio proyecto.

- ✓ Incluir un plano edafológico y establecer la tipología de suelos en el APE, según la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI.
- ✓ Determinar la calidad de los suelos a partir de la lista indicativa de indicadores ambientales, y establecimiento del porcentaje de predios en el área de estudio, que modificarán el uso del suelo.
- ✓ Presentar estudios técnicos de la mecánica de suelos en el APE.
- ✓ Plantear metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos previsible en los suelos, a razón de la ejecución del proyecto.
- ✓ Presentar medidas o alternativas de prevención y mitigación, ante impactos ambientales previsible e inclusión del programa de celaje para evitar derrames o fugas que alteren las propiedades fisicoquímicas de los suelos en el APE.
- ✓ Desarrollar un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo del proyecto.

Como se puede denotar, México plantea medidas importantes que benefician la conservación de los suelos, a partir del desarrollo de proyectos para la perforación exploratoria.

5.2 Fase II

Las fortalezas a nivel de las exigencias de evaluación para el componente suelo de Colombia, están dadas por la solicitud de los lineamientos que a continuación se exponen:

- ✓ Presentar el mapa de suelos que contenga la tipología de suelos presentes en el APE, a la escala de la información secundaria que se encuentre disponible, de lo contrario, se deberá hacer el levantamiento respectivo.

- ✓ Identificar el uso actual y potencial de los suelos en el APE (Actividades Preexistentes).
- ✓ Establecer los conflictos de uso del suelo en el APE.

De acuerdo a la información anterior, se han identificado las debilidades de la regulación en suelos para Colombia, determinadas a partir de la comparación entre los requerimientos que establecen la Resolución 0421 de 2014 (Colombia) y la Guía para la presentación de la MIA (México), por lo tanto, los aspectos faltantes que no se incluyen dentro del EIA de Colombia, son los siguientes:

- ✓ Presentación de metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos previsibles en los suelos, producto de la ejecución del proyecto o actividad propuesta, que se complementará con el desarrollo del inventario mapificado de factores ambientales relevantes en el proyecto, para establecer los impactos de ocupación en el APE. Adicionalmente se incluye la determinación de los coeficientes COS y CUS que corresponden a el área total del terreno requerido para el desarrollo del proyecto y a la sumatoria de áreas específicas en las cuales se hará uso del suelo para la construcción de vías de acceso, instauración de campamentos, construcción de piscinas para los lodos de perforación e instalación de las torres de taladro.
- ✓ Presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación, para los impactos previamente detectados sobre la zona de estudio, para evitar y contrarrestar todo tipo de problemática ambiental a nivel del uso de los suelos, generados por la actividad de perforación exploratoria de hidrocarburos.
- ✓ Identificación de los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, en el área de estudio, para esclarecer los tipos de actividades, obras o proyectos que puedan

llevarse a cabo sin ningún tipo de restricción, los que deberán cumplir con ciertos requerimientos para su ejecución y los que bajo ningún concepto pueden desarrollarse en el área de estudio.

- ✓ Determinación de la calidad de los suelos en el APE, para lo cual es importante conocer su estado antes, durante y después del desarrollo de la actividad de perforación exploratoria de hidrocarburos.
- ✓ Presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos en el APE, para establecer la estabilidad de los suelos dentro de la zona de estudio que deberá acoplar los aspectos concernientes a la exploración del subsuelo, estudios estratigráfico (estratos) y análisis de las cimentación, que son de vital importancia para la construcción de las obras del proyecto.

En ese orden de ideas, los criterios expuestos propios de la regulación de México, son el punto de referencia para el planteamiento de la presente propuesta concerniente a los términos de referencia en el componente suelo para la elaboración del EIA para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.

5.3 Fase III

La propuesta de términos de referencia está contenida por las fortalezas y debilidades de Colombia. En ese sentido, los aspectos que destacan las fortalezas han sido consolidados y/o afianzados y los lineamientos que enmarcan las debilidades fueron incorporados dentro de las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo.

La siguiente tabla, expone los beneficios ambientales para cada uno de los criterios incluidos en la presente propuesta de términos de referencia:

Tabla 8. *Beneficios ambientales de los aspectos consolidados e incorporados en la propuesta*

ASPECTO	BENEFICIO
Presentación del mapa de suelos, a la escala de la información secundaria disponible.	Determinación de la tipología o clasificación agrológica de suelos presente en el área de estudio.
Identificación del uso actual y potencial de los suelos.	Determinación de las actividades preexistentes dentro de la zona de estudio, además de identificar los tipos de actividades que podrían desarrollarse en el APE.
Establecimiento de los conflictos por el uso del suelo.	Notificación de las diferencias entre personas naturales o jurídicas, que pretenden ejecutar actividades muy desafines en el área de estudio.
Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales previsibles en los suelos.	Detectar los impactos previsibles en suelos antes del desarrollo del proyecto.
Presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación en suelos.	Evitar y contrarrestar daños hacia el recurso suelo, producto de la ejecución del proyecto.
Identificación de los usos permitidos, restringidos y prohibidos de los suelos.	Establecer los tipos de actividades que pueden desarrollar y las que bajo por ningún concepto se pueden llevar a cabo dentro de la zona de estudio, además de las que se permiten bajo ciertas condiciones.
Determinación de la calidad de los suelos.	Conocer las condiciones ambientales de los suelos en la zona de estudio.
Presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos.	Determinación de la estabilidad de los suelos presentes en el APE.
Desarrollo de inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el proyecto.	Interpretación de los impactos de ocupación en el área de estudio.

Fuente: Tomado de la Resolución 0421 de 2014 de Colombia y de la Guía para la

presentación de la MIA de México, ajustado por el autor.

CONCLUSIONES

- ✓ Dentro de los países en estudio, México es el más restrictivo a nivel de las exigencias de evaluación en suelos, para la elaboración del EIA en proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.
- ✓ Las debilidades de Colombia a razón de las exigencias de evaluación ambiental para el componente suelo, están sujetas a la exclusión de regulación referente a la presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación ante la previa identificación de impactos previsibles en suelos, presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos, determinación de la calidad de los suelos en el APE y establecimiento de los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos en la zona de estudio.
- ✓ Las fortalezas de Colombia en materia de la evaluación ambiental en suelos, están fundamentadas por la solicitud del mapa de suelos para establecer la clasificación agrológica presente en el área de estudio, establecimiento de conflictos por el uso del suelo e identificación del uso actual y potencial de los suelos en el APE.
- ✓ Los ajustes de los términos de referencia de Colombia, están soportados a partir de la consolidación de los aspectos de regulación en suelos que establece la Resolución 0421 de 2014, asimismo, la incorporación de los lineamientos de evaluación ambiental en suelos que expone la MIA, que corresponden a las exigencias que sustentan las debilidades técnico jurídicas presentes en el actual EIA de Colombia.
- ✓ Los beneficios ambientales de la propuesta de términos de referencia, radican en el establecimiento de lineamientos en los que se identifiquen las tipologías de suelos presentes en el APE, actividades preexistentes en la zona de estudio, conflictos ambientales por el uso de los suelos, además de la presentación de alternativas que eviten

y contrarresten daños en los suelos producto de la actividad de perforación exploratoria, reconocimiento de los tipos de actividades, obras o proyectos que son admitidos, prohibidos o que acoplan ciertas restricciones para su desarrollo dentro del área de estudio, determinación de la estabilidad de los suelos en el APE para dictaminar la viabilidad del proyecto y ejecución de actividades posteriores a su finalización, y predicción de impactos en el suelo con el objetivo de plantear medidas de control y restauración.

RECOMENDACIONES

En cuanto a las exigencias de evaluación ambiental en suelos que establece la Resolución 0421 del 20 de marzo de 2014, “Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones”, es necesaria la consolidación de los 3 aspectos de regulación que contiene, correspondientes a la presentación del mapa de suelos que comprenda la clasificación agrológica en el APE, establecimiento de conflictos por el uso del suelo e identificación del uso actual y potencial de los suelos en la zona de estudio. En ese orden de ideas, se recomienda la inclusión de seis aspectos de regulación en suelos que establece la Guía para la presentación de la MIA de México, para fortalecer los lineamientos expuestos en el apartado para el componente suelo de Colombia, los cuales conciernen a la predicción y evaluación de impactos ambientales en los suelos, presentación de medidas o alternativas de prevención y mitigación hacia dichos impactos previsibles producto de la ejecución o desarrollo del proyecto, determinación de la calidad de los suelos en la zona de estudio mediante la lista indicativa de indicadores de impacto ambiental, presentación de estudios técnicos de mecánica de suelos para detectar la estabilidad de los suelos en el APE, y elaboración del inventario mapificado de factores ambientales relevantes en el desarrollo del proyecto, con el objetivo de identificar los impactos de ocupación dentro del área de estudio.

Es importante que las autoridades ambientales competentes, establezcan alternativas en la cuales logren acondicionar lineamientos o exigencias para cada uno de los componentes del medio ambiente, centrados en un estudio amplio y detallado para cada uno de ellos, de manera que el EIA se elabore sin dejar de lado ningún aspecto por evaluar, logrando así beneficios en el contexto ambiental y social.

BIBLIOGRAFÍA

- ANH. (2008). *Cadena productiva de los hidrocarburos*. Ministerio de minas y energía, Agencia nacional de hidrocarburos, Colombia.
- Avellaneda, A. (1989). *Petróleo e impacto ambiental en Colombia*. La Macarena: Asociación de profesionales al servicio del estado en la gestión ambiental.
- Bravo, E. (2007). *Los Impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad*. Acción Ecológica.
- Cabanillas, L., Carstens, G., Lovecchio, J. P., Marshall, P., Rebori, L., Soldo, J. C., Vallejo, E., & Vergani, G. (2013). *Hidrocarburos Convencionales y No Convencionales*. Asociación Argentina de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, Argentina.
- Castaño Valderrama, J. G. (2013). *La Sísmica: Impacto Ambiental de la Industria Petrolera*. Bogotá D.C, Colombia.
- CCOO. (2012). *Impacto Ambiental del Sistema de Fracturación Hidráulica para la Extracción de Gas no Convencional*. Madrid.
- Gabino Velasco, H. (2014). ¿Cómo es la perforación horizontal? *Instituto Argentino de petróleo y gas*, 36-50.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (Cuarta ed.). (R. Del Bosque, Ed.) Iztapalapa, México D.F: McGraw-Hill.
- Iriondo, M. (2009). *Introducción a la Geología* (Tercera ed.). (Encuentro, Ed.) Córdoba, Argentina: Brujas.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín.

- Kraus, R. (1998). *Petróleo: prospección y perforación*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.
- Mamani, W., Suárez, N., & García, C. (2003). *Contaminación del agua e impactos por actividad hidrocarburífera en Aguarague*. (G. Guzmán, Ed.) La Paz, Bolivia: Offset Boliviana Ltda.
- Mejía, A. K., & Prieto, Y. A. (2012). *Gestión ambiental para proyectos de perforación exploratoria terrestre en el sector hidrocarburos aplicado al caso de estudio bloque valle medio del Magdalena*. Universidad industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisicoquímicas, Bucaramanga.
- Meneses Romero, J. J., & Roza Contreras, J. E. (2005). *Manejo ambiental para campos petroleros en los procesos de exploración, perforación y producción de hidrocarburos*. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Bucaramanga.
- NGRI. (2005). *Exploration of hydrocarbons*. National Geophysical Research Institute, India.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta ed.). (R. Vargas Rojas, Ed.) Roma, Italia: FAO Fiat Panis.
- Ortuño Arzate, S. (2009). *El mundo del petróleo* (Primera ed.). México D.F: Fondo de cultura económica.
- Pérez Rangel, D. C. (2014). *Evaluación de los términos de referencia planteados por la ANLA en licitaciones del sector de hidrocarburos*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.

Rodríguez, G. A. (2011). *Las licencias ambientales y su proceso de reglamentación en Colombia*. Bogotá D.C: Foro Nacional Ambiental.

Trujillo Mejía, R. F. (2010). *Hidrocarburos manejo seguro* (Cuarta ed.). (A. Acosta Quintero, Ed.) Bogotá D.C, Colombia: Ecoe.

US EIA. (2017). *Total petroleum and other liquids production*. United States of America: Independent Statistics and Analysis.

Yúfera, E. (1996). *Química orgánica básica y aplicada de la molécula a la industria*. Barcelona, España: Reverté S.A.

ANEXO

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

RESOLUCIÓN No. _____

()

“Por la cual se establecen lineamientos de evaluación en el componente suelo del medio abiótico dentro de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos”

En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas en los artículos 2 y 5 numeral 14 de Ley 99 de 1993, el numeral 19 del artículo 2 del Decreto-Ley 3570 de 2011 y en desarrollo de lo dispuesto en el artículo 14 del Decreto 2820 de 2010 y

C O N S I D E R A N D O

Que el Decreto-Ley 3570 del 27 de septiembre de 2011, consagró como objetivos del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible la definición de las regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenibles.

Que el numeral 19 del artículo 2 del precitado Decreto en concordancia con el numeral 14 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993, establecieron como funciones de este Ministerio la definición y regulación de los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas.

Que el artículo 13 del Decreto 2820 de 2010, señala que los estudios ambientales para el licenciamiento ambiental son el Diagnóstico Ambiental de Alternativas-DAA y el Estudio de Impacto Ambiental-EIA.

Que el artículo 14 del citado Decreto, establece que: *“De los términos de referencia. Los términos de referencia son los lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la autoridad ambiental competente.”*

Que según el artículo en mención, los estudios ambientales se elaborarán con base en los términos de referencia que sean expedidos por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la autoridad ambiental competente podrá adaptarlos a las particularidades del proyecto, obra o actividad.

Que así mismo indica e artículo 14 que los términos de referencia deben ser utilizados por el solicitante de una licencia ambiental, de acuerdo con las condiciones específicas del proyecto, obra o actividad que pretende desarrollar.

Que no obstante la utilización de los términos de referencia, el solicitante deberá presentar los estudios ambientales de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, la cual fue adoptada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 1503 de 2010, modificada por la Resolución 1415 de 2012.

Que es necesario modificar los términos de referencia en el componente suelo, mediante la instauración de nuevos lineamientos dentro del Medio Abiótico.

Que este Ministerio en uso de sus facultades legales adoptará a través del presente acto administrativo, los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, adoptados a través de la Resolución 2041 de 2014.

Que en razón de lo anterior, este Ministerio, ejerciendo las facultades que le fueron otorgadas mediante la Ley 99 de 1993, el Decreto-Ley 3570 de 2011, acogerá los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA para la perforación exploratoria de hidrocarburos.

Que los términos de referencia que se expiden por la presente Resolución, constituyen una herramienta que pretende facilitar el proceso de elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y una guía general, no exclusiva, para la elaboración del mismo.

Que por lo tanto, los estudios ambientales podrán contener información no prevista en los términos de referencia cuando a juicio del solicitante, dicha información se considere indispensable para que la autoridad ambiental competente tome la decisión respectiva.

En mérito de lo expuesto;

R E S U E L V E

ARTÍCULO 1°.- Consolidación. Afianzar las siguientes exigencias de evaluación para el componente suelo dentro de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos:

1. Se debe presentar el mapa de suelos que incluya la clasificación agrológica de los suelos con base en información existente; además se deberá identificar el uso actual y potencial, establecer los conflictos de uso del suelo, y adjuntar la información documental y cartográfica de soporte.
2. La información debe presentarse de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el IGAC.
3. Presentar mapas a la escala de la información secundaria que esté disponible. En caso que no esté disponible, se deberá hacer el levantamiento de información respectiva.

PARÁGRAFO 1°.- Los conflictos por el uso del suelo corresponderán a la disputa de intereses entre dos o más personas (naturales o jurídicas) que establezcan un uso distinto e irreconciliable de los suelos.

PARÁGRAFO 2°.- La información también deberá presentarse de acuerdo a la metodología general para la presentación de estudios ambientales, bajo el seguimiento del modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) instaurado dentro de la Resolución 1415 de 2012.

PARÁGRAFO 3°.- La información secundaria deberá ser de fuentes oficiales o fuentes técnicas de alto nivel (Revistas Científicas, Publicaciones Académicas, de Centros o Institutos de Investigación y otras Fuentes que hayan tenido un Proceso Idóneo de Publicación).

ARTÍCULO 2°.- Incorporación. Incluir las siguientes exigencias de evaluación para el componente suelo dentro de los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos, siendo el complemento de los aspectos consolidados y/o afianzados:

1. Determinar los coeficientes COS y CUS (Coeficiente de Ocupación del Suelo y Coeficiente de Utilización del Suelo). El COS corresponde al área total del terreno requerido para el desarrollo del proyecto y el CUS comprende la sumatoria de áreas específicas en las cuales se hará uso del suelo para la construcción de vías de acceso, instauración de campamentos, construcción de piscinas para los lodos de perforación e instalación de las torres de taladro.

2. Identificar los usos permitidos, condicionados y prohibidos de los suelos, además de incluir la descripción de los usos que propone el propio proyecto y establecer las densidades de ocupación territorial permitidas, de acuerdo a los POT, PBOT y EOT aplicables para el proyecto.
3. Incorporar los indicadores de impacto sobre el suelo que deberán estar ligados más a su calidad que al volumen que será removido, asimismo, definir el porcentaje de la superficie de los predios que cambiarán el uso del suelo.
4. Desarrollar estudios técnicos referentes a la mecánica de suelos en el APE y proponer o plantear metodologías para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales previsibles en los suelos, producto de la ejecución o desarrollo del proyecto.
5. Presentar medidas o alternativas de prevención y mitigación, hacia impactos previsibles en los suelos, en las que se deberá incorporar el programa de monitoreo para evitar fugas y derrames en la construcción de pozos, que pudieran alterar las propiedades fisicoquímicas de los suelos.
6. Elaborar un inventario mapificado de los factores ambientales relevantes en el desarrollo del proyecto, tales como: clima, geología histórica, fisiografía, hidrología, suelos, flora, fauna y uso actual del suelo. Establecer los impactos de ocupación dentro de la zona de estudio, comparando las acciones del proyecto con el inventario previamente desarrollado.

PARÁGRAFO 1°.- Los estudios técnicos de mecánica de suelos deberán incluir los aspectos referentes a geología, exploración del subsuelo, ensayos de laboratorio, estratigrafía y análisis de la cimentación.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C a los