

**Propuesta De Un Modelo Idóneo De Contratación Para Futuros Proyectos De
Adquisición Sísmica Terrestre En Colombia.**

Mariam Zoad Schmalbach Avila

**Trabajo De Grado Para Optar Por El Título De: Magister En Ingeniería De Petróleos Y
Gas. Gerencia Y Economía De Los Hidrocarburos**

Director

Nestor Fernando Saavedra Trujillo

Magister en Ingeniería de Petróleo y Gas

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Físico Químicas

Escuela De Ingeniería De Petróleos

Maestría En Ingeniería De Petróleos Y Gas

Bucaramanga

2020

Dedico esta tesis de grado primeramente a mis padres, que han sido mi gran soporte a lo largo de estos años de estudio y preparación. A ellos que siempre han creído en mis capacidades y siempre han estado dispuestos una y cien mil veces a apoyarme en la consecución de mis objetivos.

A Dios que siempre ha estado de mi lado, apoyándome e impulsándome a ser un mejor ser humano.

Agradecimientos a todas las personas que han aportado y me han apoyado para lograr lo que algún día supe que no sería nada fácil pero jamás imposible.

A mi papá que fue quien me impulsó, me convocó y me convenció a realizar esta maestría.

A mi mamá que siempre ha sido mi regalo más bonito.

A mi director de tesis Nestor, que siempre estuvo dispuesto a orientarme de la mejor manera,

A Emiliano, Tatiana, Monica y todas las personas de la Escuela de Petróleos que nunca dudaron en ofrecerme su ayuda para cualquier situación académica que me impulsara a terminar este proyecto de grado.

A todos los profesores de la maestría quienes ofrecieron su conocimiento al servicio de hacernos mejores profesionales para esta sociedad que tanto lo necesita.

A Jaime Checa, a quien considero “el gurú” de la sísmica en Colombia quien desinteresadamente me aportó su conocimiento y experiencia en la elaboración de este proyecto de grado.

A mi gran amiga Carolina quien con sus regaños siempre tuyo una voz de ánimo y aliento para continuar y poder terminar un objetivo más.

A Ecopetrol, la empresa que me ha brindado su respaldo desde hace muchos años para definir y obtener la mayoría de mis logros.

Siempre viviré agradecida con mi familia incluyendo a Erley Sanchez, por todo lo que me enseñan, aportan y cultivan en mí para dejar siempre en alto los apellidos Schmalbach Avila.

Tabla de contenido

Introducción	19
1. Adquisición Sísmica Terrestre	20
1.1 Ambiente Marino.....	21
1.2 Ambiente Terrestre	22
1.3 ¿Qué Es La Adquisición sísmica Terrestre?.....	24
1.3.1 Geología de Superficie.....	26
1.3.2 Tipos de fuente de energía.	27
1.3.3 Tipos de levantamientos sísmicos.....	30
2.Modelos de contratación de adquisición sísmica terrestre en Ecopetrol S.A en los últimos 5 años.	34
2.1 Aspectos a tener en cuenta para entender el modelo contractual en Ecopetrol.	35
2.2 Etapas de la contratación de una adquisición sísmica terrestre.	40
2.2.1 Diseño Sísmico.	41
2.2.2 Planeación financiera / contractual.	42
2.2.3 Contratación.....	46
2.3 Características del modelo de contratación utilizado por Ecopetrol S.A como operador en adquisición sísmica.	51
2.4 Documentación contractual	53

2.5	Ecopetrol S.A y la adquisición sísmica.	57
2.5.1	Balance de Sísmica onshore Adquirida por Ecopetrol en los últimos 5 años.....	58
2.6	Principales factores que han impedido la realización de programas sísmicos por parte de Ecopetrol.	61
2.6.1	Capacidad financiera por parte de las compañías de servicios para ejecutar actividades de adquisición sísmica.	61
2.6.2	Disminución en inversión exploratoria por caída del precio del Brent.	62
2.6.3	Oposición por parte de las comunidades a la realización de la sísmica.....	62
2.7	Lecciones aprendidas adquisición sísmica en Ecopetrol en los últimos 5 años	63
2.7.1	Ausencia de pluralidad de proveedores con capacidad técnica, financiera y operativa para adquirir información sísmica en Colombia.....	63
2.7.2	Es necesario mejorar la gestión de la inversión social como elemento fundamental en la viabilidad de los programas de adquisiciones sísmica.....	64
2.7.3	Información a los trabajadores a vincular en áreas de operación acerca de beneficios convencionales y legales, con el objetivo de evitar altas expectativas salariales.	64
2.7.4	Importancia de capacitar a todas las personas involucradas en el proyecto en alcance y complejidad de un programa sísmico.	65
2.7.5	Importancia de la divulgación con autoridades, entes de control internos y externos de la complejidad de la actividad sísmica en Colombia.....	65
3.	Exploración Sísmica Terrestre Por Parte De Otros Operadores En Los Últimos 5 Años En Colombia	66

3.1 Elementos que afectan el normal desarrollo del mercado de adquisición sísmica en Colombia.	66
3.2 Sísmica Adquirida En Colombia Por Parte De Otros Operadores.....	70
3.2.1 Sísmica Adquirida en el año 2014.	70
3.3 Lecciones aprendidas de otros operadores en programas de adquisición sísmica terrestre en Colombia en los últimos años.	72
3.3.1 Operador 01.	73
3.3.2 Operador 02.	77
3.3.3 Operador 03.	82
4. Indicadores idóneos para monitorear el correcto desarrollo contractual de los proyectos de adquisición sísmica terrestre en Ecopetrol S.A.....	86
4.1 Entorno.....	87
4.1.1 Gestión Social.	88
4.1.2 Gestión Ambiental.	89
4.2 Técnico.....	91
4.3 Financiero – Administrativo	93
4.3.1 Pago oportuno a Trabajadores – Seguridad social y parafiscales.	94
4.3.2 Pago de Bienes y Servicios.	95
5. Características del modelo idóneo de contratación.	96
5.1 Planeación Contractual	96

PROPUESTA MODELO IDÓNEO DE CONTRATACIÓN DE ADQUISICIÓN SÍSMICA 8

5.2 Definición acorde de la lista de invitados a los procesos contractuales. 98

5.3 Definición Del Proceso Contractual 99

5.4 Listado De Documentos Contractuales Claros 101

5.5 Seguimiento Y Acompañamiento Constante 102

5.6 Compromiso Con El Entorno..... 103

5.7 Definición De Un Sistema De Pagos Acorde A La Necesidad 103

6. Conclusiones 105

Referencias Bibliográficas 111

Lista De Tablas

Tabla 1. Información Sísmica Adquirida por Ecopetrol en los últimos 5 años comparado con la adquisición total de sísmica equivalente onshore en Colombia..... 58

Tabla 2. Precio por Barril de Brent, dada en dólares por barril 60

Tabla 3. Resumen actividades de ejecución sísmica 71

Lista De Figuras

Figura 1. Adquisición sísmica marina. Adaptado de: (Schlumberger, 2020).....	22
Figura 2. Registro sísmico, donde cada geófono capta información del subsuelo.	23
Figura 3. Adquisición sísmica por medio de vibros. Adaptado de https://www.geoexce.com/index.php/metodoss/sismicos/sismica-de-reflexion	29
Figura 4. Cadena del sector hidrocarburos (Upstream y Downstream). Adaptado de: https://www.anh.gov.co/porta regionalizacion/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx	32
Figura 5. Modelo de Abastecimiento. Adaptado de: libro modelo operativo de abastecimiento.	37
Figura 6. Anexos en los procesos de contratación parte 1. Adaptado de: archivos Ecopetrol	55
Figura 7. Anexos en los procesos de contratación parte 2. Adaptado de: archivos Ecopetrol	56

Glosario

Adquisición De Información Sísmica: En el método sísmico se utiliza una fuente de energía impulsiva o vibratoria para generar las ondas elásticas que se propagan hacia el subsuelo pasando por capas de rocas que poseen propiedades físicas y litológicas de interés. Las ondas experimentan una partición de energía cada vez que encuentran a su paso una interfaz entre dos capas con velocidades y densidades diferentes; una parte de la energía se transmite y otra se refleja. La energía que se refleja forma el campo de ondas que contiene información de las amplitudes, longitudes de onda, fases y tiempos dobles de los reflectores del subsuelo. Cuando estos campos de onda llegan a la superficie son captados por instrumentos de escucha llamados en general geófonos y esta información se almacena en forma digital en cintas o discos duros en los equipos de registro del sismógrafo.

Ambiente: Entorno en el que opera una organización, que incluye aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación.

Datos Sísmicos 2D: Una sección vertical de datos sísmicos consistente en numerosas trazas adyacentes adquiridas en forma secuencial.

Datos sísmicos 3D: Un conjunto de numerosas líneas sísmicas estrechamente espaciadas que proveen una medida alta, espacialmente muestreada, de la reflectividad del subsuelo. En especial, los datos sísmicos 3D proporcionan información detallada acerca de la distribución de las fallas y las estructuras del subsuelo. La interpretación basada en la computadora y la visualización de los datos sísmicos 3D hacen posible un análisis más exhaustivo que los datos sísmicos 2D.

Datos sísmicos De Fuentes Vibratorias: Datos sísmicos cuya fuente de energía es un dispositivo montado en un camión, denominado vibrador, que utiliza una lámina vibratoria para generar ondas de energía sísmica; también denominados datos Vibroseis.

Desarrollo Sostenible: Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

Fauna: Conjunto de los animales que viven en un país o región.

Fuente Sísmica: Dispositivo que genera energía sísmica en forma controlada, y que se utiliza para realizar relevamientos sísmicos mediante técnicas de reflexión y refracción. Una fuente sísmica puede ser simple, como por ejemplo dinamita, o puede utilizar tecnologías más sofisticadas, como por ejemplo un pistola de aire.

Geofísica: El estudio de la física de la Tierra, especialmente el campo eléctrico, el campo gravitacional y el campo magnético, y la propagación de las ondas elásticas (sísmicas) presentes en ésta. La geofísica desempeña un rol crucial en la industria petrolera porque los datos geofísicos son utilizados por el personal de exploración y desarrollo para efectuar predicciones sobre la presencia, la naturaleza y el tamaño de las acumulaciones de hidrocarburos del subsuelo.

Geofísico: En la industria petrolera, los geofísicos desarrollan una diversidad de funciones, principalmente el procesamiento y la interpretación de los datos sísmicos y la generación de mapas del subsuelo basados en los datos sísmicos. Dichas interpretaciones mejoran el conocimiento de la geología del subsuelo.

Geófono: Un dispositivo utilizado en la adquisición sísmica de superficie, tanto en tierra firme como en el lecho marino, que detecta la velocidad del terreno producida por las ondas sísmicas y transforma el movimiento en impulsos eléctricos. Los geófonos detectan el movimiento en una sola dirección. Los levantamientos sísmicos convencionales en tierra firme utilizan un geófono por posición de recepción para detectar el movimiento en la dirección vertical.

Gestión Ambiental: El control apropiado del medio ambiente físico, para propiciar su utilización con el mínimo abuso, de modo de mantener las comunidades biológicas, para el beneficio continuado del hombre.

Hidrófono: Un dispositivo diseñado para ser utilizado para la detección de la energía sísmica, que se manifiesta como cambios de presión debajo del agua durante la adquisición sísmica marina. Los hidrófonos se combinan para formar los cables sísmicos marinos que son remolcados por las embarcaciones de adquisición sísmica o se despliegan en un pozo. Los geófonos, a diferencia de los hidrófonos, detectan el movimiento en vez de detectar la presión.

Imagen: La fuente aparente de una onda recibida. La imagen corresponde al punto del subsuelo del que parecerían provenir los rayos si no se reflejaran, sino que fueran emitidos desde debajo. Un rayo que viaja desde una fuente y se refleja en un geófono tiene la misma apariencia que un rayo que viaja directamente desde la imagen y asciende hasta el geófono.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o benéfico, como resultado en forma total o parcial, de las actividades, productos o servicios de una organización.

Interpretación Sísmica: Análisis de datos sísmicos para generar modelos y predicciones razonables acerca de las propiedades y las estructuras del subsuelo. La interpretación de los datos sísmicos es la preocupación principal de los geofísicos.

Interventoría: proceso de supervisión y control que un tercero ejerce sobre un contrato para verificar, exigir y velar por el cumplimiento de lo establecido contractualmente desde el punto de vista técnico, administrativo, financiero y ambiental, entre otros.

Licencia Ambiental: Se entiende por licencia ambiental la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad.

Línea sísmica: Representación de datos sísmicos a lo largo de una línea, tal como un perfil sísmico 2D o un perfil extraído de un volumen de datos sísmicos 3D. Una sección sísmica consta de numerosas trazas con la localización dada en el eje x y el tiempo de viaje doble (ida y vuelta) o la profundidad en el eje y. Esta sección se denomina sección de profundidad si ha sido convertida de tiempo a profundidad y sección de tiempo si esto no se hizo.

Offset: El desplazamiento horizontal entre los puntos situados a ambos lados de una falla, que puede oscilar desde algunos milímetros hasta algunos kilómetros. Los ejemplos más visibles del desplazamiento son quizás los rasgos tales como cercas o senderos que han sido desplazados por fallas de desplazamiento de rumbo, tales como la falla de San Andrés de California, en EUA.

Pma: Plan de Manejo Ambiental. Es el conjunto de acciones de ingeniería, planeación, etc. Tendientes a mitigar los efectos negativos y magnificar los efectos positivos que ocasiona un proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo sobre el medio ambiente.

Parte Interesada: Individuo o grupo involucrado con, o afectado por el desempeño ambiental de una organización.

Permiso Ambiental: Autorización que concede la autoridad ambiental para el uso o beneficio temporal de un recurso natural.

Procesamiento sísmico: La alteración de los datos sísmicos para suprimir el ruido, mejorar la señal y migrar los eventos sísmicos a la localización correcta en el espacio. Los pasos del procesamiento incluyen generalmente el análisis de velocidades y frecuencias, las correcciones estáticas, la deconvolución, el sobretiempo normal por distancia, la corrección por sobretiempo debido al echado, el apilamiento y la migración, que pueden ejecutarse antes o después del apilamiento. El procesamiento sísmico facilita una mejor interpretación porque las estructuras del subsuelo y las geometrías de las reflexiones son más evidentes.

Productividad: La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Receptor: Un dispositivo que detecta la energía sísmica en forma de movimiento terrestre o como una onda de presión en el fluido y la transforma en un impulso eléctrico.

Registros sísmicos: Las trazas registradas a partir de un solo punto de tiro. Numerosos registros sísmicos se muestran juntos en una sola sección sísmica.

Sísmica De Reflexión: La sismología mediante reflexión (o reflexión sísmica) es un método de exploración geofísica que usa los principios de la sismología para estimar las propiedades del subsuelo haciendo uso de ondas sísmicas reflejadas. El método requiere una fuente de energía sísmica controlada, tal como los explosivos sísmicos.

Sismigel: Es un explosivo sumergible en agua. Su Gestión es muy seguro debido a su baja sensibilidad al roce y al impacto. No contiene nitroglicerina, se utiliza como fuente de energía sísmica a la Tierra para la adquisición de datos sísmicos.

Suelo: Es la capa superficial más externa de la superficie terrestre, constituida por sustancias minerales y orgánicas. Es una importante base para la alimentación de las especies animales de la tierra, y por lo tanto un trascendente recurso natural para el desarrollo.

Trampa Petrolífera: o trampa de petróleo es una estructura geológica que hace posible la acumulación y concentración del petróleo, manteniéndolo atrapado y sin posibilidad de escapar de los poros de una roca permeable subterránea. El petróleo así acumulado constituye un yacimiento petrolífero secundario y la roca cuyos poros lo contienen se denomina roca almacenadora.

Vibro: Es una fuente mecánica ajustable que provee energía sísmica vibratoria a la Tierra para la adquisición de datos sísmicos. Montados en grandes camiones, los vibradores se utilizan generalmente para la adquisición de datos sísmicos terrestres. Un vibrador sísmico inyecta señales de energía en el suelo durante un periodo de tiempo prolongado, comparado con la inyección cuasi instantánea de energía que producen las fuentes impulsivas. La información registrada de esta manera debe ser correlacionadas para convertir la señal de la fuente en un impulso. Originalmente la señal de fuente de este método era producida mediante un vibrador hidráulico servo controlado o unidad vibradora montado sobre una unidad móvil, recientemente se han desarrollado versiones electromecánicas.

RESUMEN

Título: Modelo Idóneo De Contratación Para Futuros Proyectos De Adquisición Sísmica

Terrestre En Colombia. *

Autor: MARIAM ZOAD SCHMALBACH AVILA**

Palabras clave: MODELO, CONTRATACIÓN, SISMICA TERRESTRE

Descripción:

Teniendo en cuenta la coyuntura y la extrema necesidad de aumentar las reservas probadas de petróleo en Colombia, este trabajo de grado pretende aportar elementos de mejora en los modelos contractuales y de esta manera contribuir a una mayor ejecución de programas sísmicos en el territorio nacional.

Inicialmente se mostrará una conceptualización básica de ¿Qué es la sísmica?, posterior a ello se mostrara un poco como es y ha sido la sísmica realizada por parte de Ecopetrol (la principal empresa petrolera del país) desde el ámbito contractual en los últimos 5 años. Adicionalmente se conocerá un poco acerca de la forma de contratación de otros operadores y otras compañías de servicios de adquisición sísmica y finalmente se propondrán indicadores que contendrán elementos a ser tenidos en cuenta por parte de los equipos de planeación y ejecución contractual de las distintas compañías relacionadas con la adquisición sísmica terrestre en Colombia. Este trabajo de grado permitirá conocer a que puede deberse la posición en la que se encuentra Colombia según el ranking de países con mayor o menor número de reservas petrolíferas no solo en el continente sino en el mundo entero, pues uno de los principales objetivos es aportar elementos para mejorar el proceso contractual de este servicio que tanto bien le haría a la industria nacional.

* Tesis de Maestría

** Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Petróleos. Director: Nestor Fernando Saavedra Trujillo. Magister en Ingeniería de Petróleos y Gas

ABSTRACT

Title: The Main Elements Of A Suitable Contracting Model For Land Seismics In Colombia*

Author: Mariam Zoad Schmalbach Avila**

Keywords: Main, Contract, Land Seismics

Description:

Taking into account the conjuncture and the extreme need to increase proven oil reserves in Colombia, this graduate work aims to mention the necessary elements through the terrestrial seismic acquisition service and how their contractual models between the parties can be improved and in this way ensure with a greater proportion the execution of seismic programs throughout the national territory.

Initially, a basic conceptualization of ¿what is seismic? Will be shown. After that, it will be shown a little how's been the seismic carried out by Ecopetrol (the main oil company in the country) from the contractual field in the last 5 years. Additionally, a little will be known about the way in which other operators and other seismic acquisition services companies are contracting, and finally, some indicators will be proposed that will contain elements to be taken into account by the planning and contractual execution teams of the different companies related to the land seismic acquisition in Colombia. This graduate work will allow us to know what is the Colombian position , according to the ranking of countries with a greater or lesser number of oil reserves, not only in the continent but in the entire world, because one of the main objectives is to contribute elements to improve the contractual process of this service that would do so much good to the national industry.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Petróleos. Director: Nestor Fernando Saavedra Trujillo. Msc Ingeniería de Petróleo y Gas

Introducción

Teniendo en cuenta la situación actual de la industria petrolera en Colombia, América Latina y en el mundo en general, Ecopetrol se encuentra comprometido con la realización de inversiones en exploración para adquirir datos geofísicos confiables que permitan resolver incertidumbres geológicas en la generación de prospectos y fortalecer su portafolio exploratorio.

Esta decisión implica un esfuerzo adicional en la planeación y realización de proyectos de adquisición sísmica terrestre, entre otras actividades exploratorias, para identificar y analizar zonas de interés que aporten información para la correcta definición de su portafolio de oportunidades.

La realización de proyectos de adquisición sísmica terrestre, implica una correcta y esforzada planeación precontractual que garantice que las actividades se ejecuten bajo un marco conceptual eficiente, expedito y con suficientes controles de riesgos que conlleven al menor número de dificultades y desviaciones posibles, tanto en tiempo como en dinero. Para ello y teniendo en cuenta que en los últimos 3 años no se han realizado proyectos de adquisición sísmica terrestre convencional, se hace necesario la construcción de una propuesta de modelo de Contratación idóneo que contribuya a viabilizar este tipo de proyectos exploratorios para la industria petrolera en Colombia.

1. Adquisición Sísmica Terrestre

El objeto en el presente capítulo es conocer mediante unas síntesis muy puntual, lo que es la adquisición sísmica terrestre y cómo puede la adquisición sísmica terrestre contribuir a la búsqueda de solución a la caída de reservas petroleras que se tiene actualmente en Colombia, situación que ocasiona serios problemas energéticos y vale la pena que mediante este trabajo de grado se conozca un poco acerca de esta problemática tan importante y determinante, y de igual manera se comprenda que está haciendo la principal compañía petrolera a nivel nacional y en general el conglomerado empresarial del sector de hidrocarburos para contener la limitación del nivel de reservas de crudo a futuro.

Teniendo en cuenta la información que se mostrara en los próximos capítulos, se propondrá y recomendará una serie de indicadores que sustenten, en materia contractual, los factores más importantes a tener en cuenta en la ejecución de proyectos de adquisición sísmica terrestre.

Según informaciones oficiales recientes se anuncia una gran preocupación por el estado y futuro de la industria petrolera a nivel nacional y enmarcan la siguiente noticia del pasado 13 de Mayo de 2019:

Según las cifras de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), divulgadas este lunes por la ministra de Minas y Energía, María Fernanda Suárez, el país subió en un 9,9 por ciento sus reservas probadas de crudo entre 2017 y 2018, al pasar de 1.782 a 1.958 millones de barriles, con lo cual la vida media útil aumentó en cinco meses, al pasar de 5,7 años a 6,2 años, asumiendo que no se hiciera más exploración.

Esta cifra, según las estadísticas de la ANH, es la más alta en los últimos tres años, ya que mientras en el 2015 el saldo cerró en 2.002 millones de barriles, en el 2016 cayó a 1.665 millones de barriles y en el 2017 se ubicó en 1.782 millones de barriles. De acuerdo con los datos, el año pasado se incorporaron 492 millones de barriles a las reservas probadas (las que técnica y comercialmente se pueden extraer), de los cuales 450 corresponden a revaluaciones derivadas de proyectos de recobro mejorado, producción incremental y factores económicos, mientras que solo 42 millones de barriles llegaron por nuevos descubrimientos (El tiempo, 2019).

Tan solo 42 millones de barriles fueron incorporados por parte de exploración como nuevos descubrimientos. Uno de los elementos que mejora el éxito del proceso exploratorio es el método sísmico. A continuación se dará una breve descripción de que en que consiste la sísmica y algunos fundamentos importantes para entender su proceso.

Iniciando con la conceptualización se requiere precisar y aclarar los tipos de ambientes para adquirir información sísmica: Ambiente Marino y Ambiente Terrestre; ambos ambientes buscan conocer como está compuesto el subsuelo por medio de la propagación de ondas y su reflexión (por medio de geófonos para el caso del ambiente terrestre e hidrófonos para el ambiente marino).

1.1 Ambiente Marino

En el ambiente Marino, como su nombre lo indica es adquirir información sísmica del fondo del mar por medio de un barco con fuentes y receptoras que captan la reflexión de las ondas

posteriores a la detonación por medio de hidrófonos. Una representación gráfica de cómo se desarrolla una adquisición sísmica marina se observa en la figura 1.

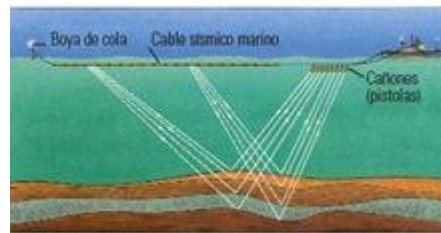


Figura 1. Adquisición sísmica marina. Adaptado de: (Schlumberger, 2020)

1.2 Ambiente Terrestre

En el ambiente Terrestre de igual manera se capta información del subsuelo, en diferentes terrenos ya sea por medio de sísmica convencional o de vibros, con sus fuentes y receptoras.

En la imagen siguiente se ilustra el diseño de las líneas de los pozos que van a ser perforados para introducir el sismigel y se muestran a la derecha las líneas donde estarán regados los geófonos que captaran la información de las ondas que rebotaran del subsuelo posterior a la detonación.

En la figura 2. donde muestra las receptoras, la fuente ilustra el registro sísmico, donde cada geófono capta información del subsuelo.

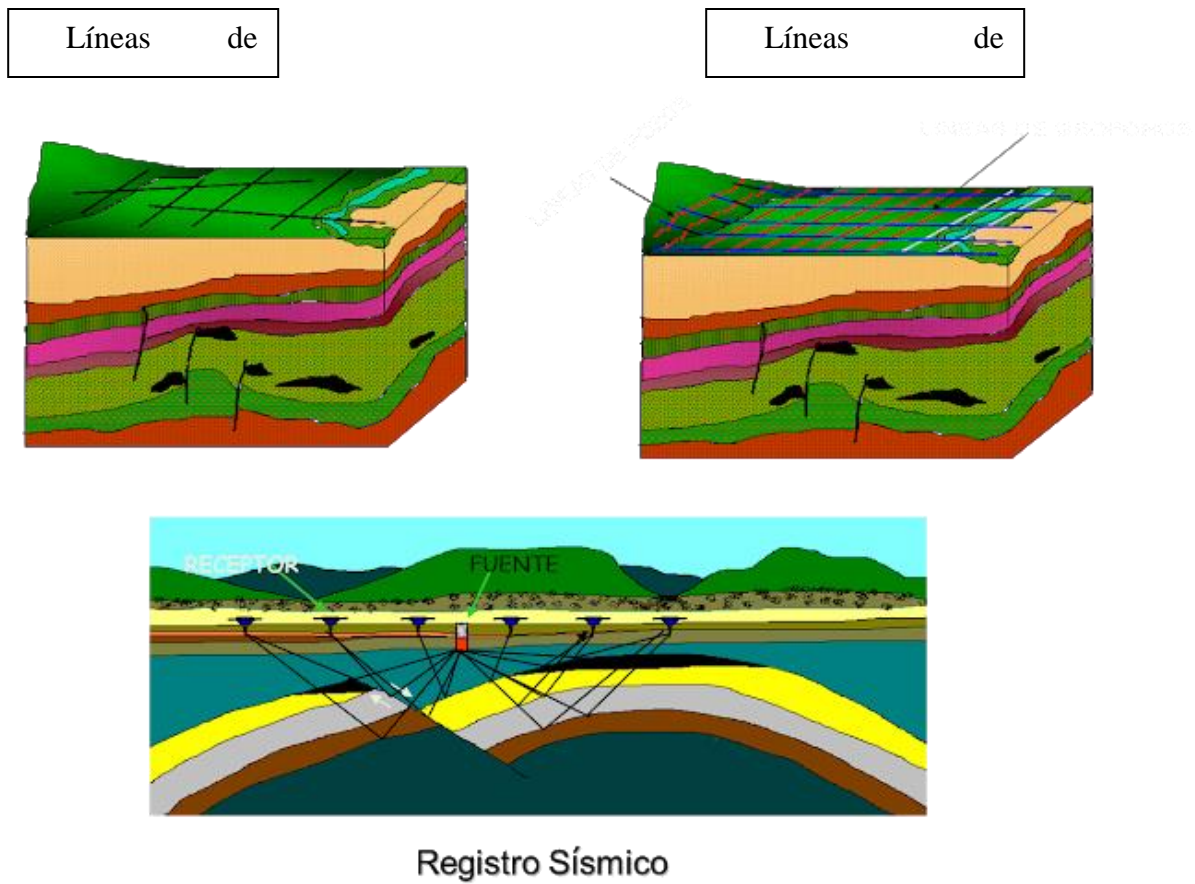


Figura 2. Registro sísmico, donde cada geófono capta información del subsuelo.

Una vez conocidos e ilustrados los ambientes donde se puede realizar la adquisición sísmica, se continúa con la explicación de los conceptos básicos de esta actividad enfocados en el ambiente terrestre, el cual es el objeto del presente trabajo de grado teniendo en cuenta que el ambiente marino comprende situaciones, elementos, prácticas y conceptos totalmente diferentes a lo que se puede llegar a p en adquisición terrestre.

1.3 ¿Qué Es La Adquisición sísmica Terrestre?

Según el Manual de la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia se entiende como “el método geofísico más usado a nivel mundial para la exploración de hidrocarburos”. Es decir, por medio de este método se contribuye al proceso de exploración de hidrocarburos con el cual se busca incrementar los niveles de reservas en Colombia.

En el método sísmico se utiliza una fuente de energía impulsiva o vibratoria para generar las ondas elásticas que se propagan hacia el subsuelo pasando por capas de rocas que poseen propiedades físicas y litológicas de interés. Las ondas experimentan una partición de energía cada vez que encuentran a su paso una interfaz entre dos capas con velocidades y densidades diferentes; una parte de la energía se transmite y otra se refleja. La energía que se refleja forma el campo de ondas que contiene información de las amplitudes, longitudes de onda, fases y tiempos dobles de los reflectores del subsuelo. Cuando estos campos de onda llegan a la superficie son captados por instrumentos de escucha llamados en general geófonos y esta información se almacena en forma digital en cintas o discos duros en los equipos de registro del sismógrafo o “casablanca”. (ANH, 2010).

Más adelante en este trabajo de grado (Capítulo dos) se podrá conocer ¿Qué tanta sísmica se ha realizado en los últimos años en Colombia? y adicional, es necesario mencionar que según proyecciones realizadas por la Cámara de Bienes y Servicios Petroleros (CAMPETROL) si se desea ampliar la producción petrolera en Colombia, (la cual para octubre de 2019 se encontraba sobre los 870.000 barriles promedio día) a un millón de barriles promedio día, se debe hacer

adquisición sísmica, y los cálculos de Campetrol son en promedio de 20.000 kilómetros por año. Hay que hacer entre 120 y 140 pozos exploratorios por año y, de igual forma, de 1.200 a 1.500 pozos de desarrollo por año. Todas estas tareas llevaría a niveles de inversión superior a los US\$4.800 millones.

Al 2022, la inversión estaría por encima de los US\$8.000 millones en inversiones para exploración y producción. La proyección está en incorporar entre 2.500 y 3.500 millones barriles que le van a dar al país un incremento de producción por encima del millón de barriles y con sostenibilidad” (Portafolio, 2019)

Intentando desagregar de forma práctica la conceptualización de la adquisición sísmica terrestre, se sugiere su explicación de la siguiente manera: uno de los primeros aspectos a tener en cuenta para realizar adquisición es conocer en que consiste la geología de superficie, es decir cuál es la información que motiva y que hace interesante y atractiva en términos de prospección sísmica un área; información primaria que los geólogos analizan para poder determinar la importancia o no de la zona a evaluar. Esto podría ser análisis de información batimétrica, sísmica existente de la zona o zonas aledañas, información magnética, gravimétrica, de sondeos y geológica, incluyendo datos de satélite de las zonas para las cuales se han obtenido permisos y las zonas circundantes. Este es un primer escenario para iniciar la evaluación de la prospección e ir determinando inicialmente si es viable realizar sísmica en la zona, que tipo de fuentes de energía, y que tipos de levantamiento se realizaría a partir de la información obtenida y analizada en la geología de superficie.

Una vez se entienda un poco acerca de la geología de superficie, se continuara la explicación de ¿qué tipos de fuente de energía (impulsiva o vibratoria) se pueden encontrar?; posteriormente

los tipos de ambientes en donde se puede realizar la adquisición sísmica (marino o terrestre), y al finalizar una breve descripción de cada uno de los tipos de levantamiento sísmico que se pueden realizar en determinada zona (2D, 3D y 4D).

1.3.1 Geología de Superficie. Una vez conceptualizado en que consiste el método sísmico, se hace necesario entender que es la geología de superficie y cuáles son los elementos necesarios para poder planear la aplicación del método sísmico.

Para realizar la exploración sísmica, previamente se requiere reconocer el terreno en el cual se pretende realizar la actividad; la geología de superficie implica conocer si previamente se ha realizado sísmica en la zona, cuál fue su resultado. Los geólogos en la realización de sus labores, proceden a analizar información geológica que contenida en los mapas que les puede ofrecer el Servicio Geológico Colombiano por ejemplo, o información de imágenes multiespectrales o toda la información que su compañía operadora tenga acerca de la caracterización del subsuelo según el o los bloques adquiridos donde se quiera o desee analizar su nivel de prospectividad. El grupo de geólogos exploratorios, en las zonas que según sus análisis pudiera ser de interés realiza búsqueda de afloramientos, se analiza si existen buzamientos con el objetivo de lograr identificar cuáles podrían ser las características más determinantes del subsuelo.

Adicionalmente entre muchos factores, también es necesario analizar en la zona en la cual se encuentran estudiando el subsuelo, las épocas de lluvia, niveles de pluviosidad, ¿cómo están las vías, ¿qué tan complicado puede ser el acceso al área donde se pretende ejecutar la actividad?, ¿qué comunidades están presentes?, ¿cuáles son las condiciones del área?, se debe verificar si existen cuerpos de agua presentes, etc.

Toda esta información es necesaria para realizar un análisis previo a la definición de un posible pre diseño sísmico; existen otros factores que se deben desarrollar y es que tanto interés se tiene en el bloque, indicios, información adicional que se pueda obtener, ¿qué tanta disponibilidad de recursos tienen?

Como resultado de este análisis de las variables del subsuelo para la correcta elaboración de un pre diseño sísmico, es importante mencionar que algunas compañías operadoras contratan esta actividad con un tercero, para el caso de Ecopetrol S.A, esta empresa cuenta con un departamento de Operaciones geofísicas dentro de la Vicepresidencia de Exploración, quienes son los encargados de realizar estos análisis previos pero adicionalmente, crean los diseños, construyen sus propios presupuestos planean y también intervienen en la ejecución de sus proyectos.

Es indispensable tener personal competente en cada una de las etapas de la aplicación del método sísmico. Desafortunadamente, hay una gran rotación de personal entre empresas de servicios y empresas operadoras. Esta falta de personal capacitado es un fenómeno que se observa no sólo en Colombia sino en todo el mundo y que tiene que ser asumido entre el sector de servicios, las empresas operadoras y la academia que debe jugar un papel más protagonista en la formación de éstos profesionales. (Yajaira & Cooper, 2010)

1.3.2 Tipos de fuente de energía. Continuando con la conceptualización, de acuerdo a los análisis realizados en la geología de superficie se podrá evaluar qué tipo de fuente de energía podría ser la idónea para obtener la información deseada del subsuelo. Existen dos tipos de fuentes de energía para adquirir el conocimiento del comportamiento de la sísmica en el subsuelo que son la impulsiva y la vibratoria.

1.3.2.1 Energía Sísmica Impulsiva. La energía sísmica Impulsiva consiste en la utilización de una fuente impulsor el uso de explosivos o sismigel, inducidos por una corriente eléctrica, que generan ondas sísmicas que van chocando y avanzando en medio de las resistencias que encuentran en las diferentes composiciones del subsuelo como fluidos y medio rocoso. A estas ondas se aplican técnicas de reflexión y refracción que registran mediante geófonos o hidrófonos una especie de resonancias magnéticas de lo que encuentra en el subsuelo, suministrando en la superficie información que se va a interpretar para determinar qué tipo de formación son idóneas para avanzar en la fase de exploración.

Según Manual de la ANH de Técnicas Sísmica existe una gran variedad de productos explosivos en el mercado mundial diseñados exclusivamente para la industria sísmica (Dyno Nobe, 2008). Cada carga posee propiedades diferentes que la hacen más atractivas que otras, entre ellas se tienen la presión de detonación, la fase gaseosa, el tiempo de degradación, etc.

En Colombia solo se usa SISMIGEL, el cual se vende en cartuchos de 900 ó 18000 grs, suministrados por la industria militar del estado Indumil, por razones de seguridad.

1.3.2.2 Energía Sísmica Vibratoria. La energía sísmica vibratoria consiste en el uso de un sistema de vibración secuencial, montada en una unidad móvil que descarga la energía en una placa vibratoria dispuesta en la superficie y que registra la señal acústica por vibración en la tierra al aplicar una presión sobre la superficie durante un periodo relativamente prolongado y registra información que debe ser correlacionada como ondas de energía sísmica. El vibrador emite generalmente un “barrido” lineal al menos de siete segundos, comenzando con las altas frecuencias

y reduciéndose con el tiempo (“barrido descendente”) o pasando a frecuencias bajas a las altas (“barrido ascendente”). La frecuencia también puede modificarse en forma no lineal, de manera que ciertas frecuencias son emitidas más largas que otras.

La ondícula de la fuente resultante no es impulsiva. Los vibradores se emplean en las zonas donde no se puede utilizar explosivos. (Schlumberger, 2020)

La figura 3 muestra cómo se realiza una adquisición sísmica por medio de vibros para conocer y/o delimitar la composición del subsuelo en determinadas coordenadas.

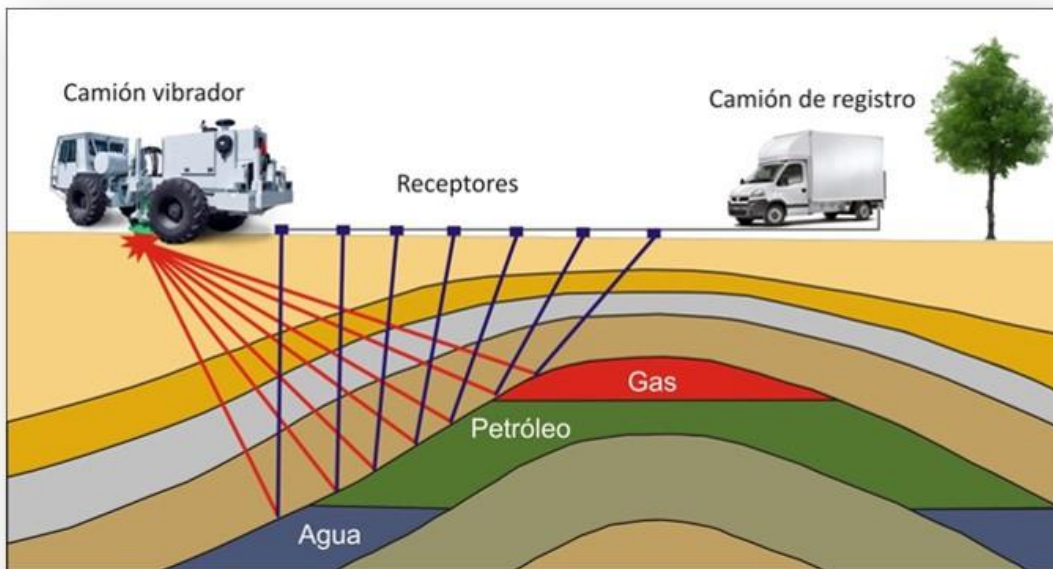


Figura 3. Adquisición sísmica por medio de vibros. Adaptado de <https://www.geoexce.com/index.php/metodoss/sismicos/sismica-de-reflexion>

Como la señal acústica producida por la vibración de la energía aplicada por el sistema mecánico e hidráulico puede encontrar interferencia de ruido no correspondiente a la operación,

se debe mantener sincronizados los vibradores que se van a utilizar en el área especificada, para evitar frecuencia que dañen la información de las ondas de radio que suministra la señal acústica. Por lo que el mantenimiento de los vibradores también debe mantenerse al nivel adecuado. Según se puede inferir de la instrucciones del Manual de técnicas sísmica de la ANH. Fuentes vibratorias.

1.3.3 Tipos de levantamientos sísmicos. Existen 3 tipos de levantamientos de información sísmica, los cuales a medida que van siendo más específicos y detallados van aumentando su costo estos son 2D, 3D y 4D que se considera el más avanzado y por ende más costoso:

1.3.3.1 Sísmica 2D. Se trata de un sistema de información sísmica, que utiliza dos tipos de líneas: Sparse y Stack. Las líneas 2D tipo Sparse, son aquellas donde hay mayor densidad de receptoras que de fuentes. Mientras que las líneas Stack Array son aquellas en las que el intervalo de las receptoras es igual al de las fuentes.

La información de la sísmica 2D se obtiene de un plano bidimensional es decir del largo y ancho de una zona de sus formas y estructuras. Esta sísmica 2D aporta información solo en un plano vertical.

1.3.3.2 Sísmica 3D. La sísmica 3D dada su condición de mayor densidad proporciona información más detallada del bloque tridimensional al que se induce una fuerza sísmica que se propaga a lo largo, ancho y alto de la zona determinada por el diseño, de donde se obtiene información de la composición del subsuelo.

De igual manera se puede diseñar el programa de adquisición de modo que se obtenga información de datos en sísmica 2D o 3D. Teniendo en consideración que la diferencia entre estas dos prácticas es la densidad de la información procesada y adquirida.

La ventaja de la sísmica 3D es la enorme cantidad de información que proporciona con respecto a al 2D, con lo cual se reducen las incertidumbre con respecto al geometría y la composición del subsuelo. No obstante su costo es mayor que el de la sísmica 2D.

1.3.3.3 Sísmica 4D. Avanzando en tecnología se encuentra la sísmica 4D la cual consta de mayor detalle en la información que se adquiere con este método, de igual manera son Datos sísmicos tridimensionales (3D) adquiridos en diferentes etapas, en la misma área, para evaluar los cambios producidos en un yacimiento productor de hidrocarburos con el tiempo. Los cambios pueden observarse en la presión, la temperatura, la localización y la saturación de los fluidos. Los datos sísmicos 4D constituyen una de las diversas formas de datos sísmicos adquiridos con la técnica de repetición (técnica de lapsos de tiempo). Dichos datos pueden ser adquiridos en la superficie o en un pozo (Schlumberger, 2020).

Una vez realizada la geología de superficie, de acuerdo a los análisis realizados y a la información recolectada y evaluada, se determina qué tipo de fuente de energía puede ser la más indicada a usar según las condiciones físicas, ambientales, geológicas, y adicional de aspectos de entorno según el área de influencia donde se pretende desarrollar el programa sísmico, se procede a crear el diseño del mismo. Adicionalmente en ese momento también es preciso definir los parámetros técnicos puntuales con los cuales se desea analizar el terreno y a realizar la planeación técnica y contractual según los kilómetros que se desean investigar. Una vez definido esto, se procede a iniciar el proceso de selección según el resultado de la planeación con los o el oferente

invitado. Al realizar el proceso contractual se selecciona la propuesta más idónea para la compañía contratante, se ejecuta el programa sísmico, se controla que lo que se está ejecutando es realmente lo esperado, una vez obtenida la información sísmica esta se procesa, de acuerdo a los resultados obtenidos es sometida nuevamente a evaluaciones técnicas con profesionales especializados que conjuntamente determinaran la viabilidad de continuar con el proceso exploratorio, es decir, cuáles de los prospectos analizados mediante el método sísmico se considera deben ir a perforación exploratoria para finalmente conocer si realmente las zonas de interés evaluadas, contienen acumulación de hidrocarburos según las trampas que hayan podido ser detectadas como resultado de la adquisición sísmica realizada.

En la figura 4 se puede observar la cadena del sector hidrocarburos en sus fases del Upstream, más conocida como Exploración y Producción y del Downstream que hace referencia a las fases posteriores a la extracción de los hidrocarburos encontrados.



Figura 4. Cadena del sector hidrocarburos (Upstream y Downstream). Adaptado de: <https://www.anh.gov.co/portalarregionalizacion/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx>

Durante la perforación exploratoria se determina inicialmente si hay acumulación de hidrocarburos, y en caso afirmativo, que tipo de hidrocarburos y en qué condiciones con el objetivo

de poder evaluar su cantidad real y el método de extracción del mismo desde la roca donde haya sido encontrado hasta la superficie. Es ahí donde se confirma la existencia y la cantidad de barriles que puede contener un yacimiento; y es aquí donde inicia el conteo real de las reservas probadas que ingresan a la sumatoria para conocer los años de autosuficiencia hidrocarburífera en un país.

El Downstream (Refinación, Transporte y comercialización de hidrocarburos) se visualiza y se menciona a manera de contexto, pero son fases las cuales no son objeto del presente trabajo donde los conceptos y el desarrollo se centrara específicamente en el proceso de adquisición sísmica terrestre y de qué manera este proceso contribuye al aumento de reservas probadas en la consolidación de los recursos energéticos a nivel nacional para este caso particular, de Colombia.

Entre mayor sea la cantidad de pozos exploratorios perforados, mayor va a ser la posibilidad de encontrar hidrocarburos en los yacimientos que han hecho parte de estudio en las diferentes etapas del proceso exploratorio como se describió anteriormente.

Con los conceptos expuestos en esta síntesis puntual, a continuación en el siguiente capítulo se mostrará cuáles son las etapas de la ejecución de un programa sísmico terrestre y como Ecopetrol, esquematiza su modelo contractual para ejecutar este tipo de actividades.

2. Modelos de contratación de adquisición sísmica terrestre en Ecopetrol S.A en los últimos 5 años.

Cada compañía que requiera contratar bienes y servicios para cumplir con sus objetivos corporativos debe enfrentarse a una serie de eventos y condiciones para poder ejecutar las actividades definidas en cada uno de los contratos que requiera realizar.

Independientemente del servicio que desea contratar o del bien que desea recibir, es necesario que tenga muy claro ¿qué es lo que desea? y ¿cómo lo desea? Para que posteriormente se analice el mercado de oferentes del producto o servicio esperado, conocer cuáles son las condiciones del mismo y determinar si se ajusta o no a las posibilidades de la compañía según sus políticas y capacidades.

En este capítulo se busca conocer acerca de cuáles son los aspectos que tiene en cuenta Ecopetrol para la aplicación de sus modelos de contratación en la planeación y ejecución de proyectos de exploración sísmica que contribuyan a aumentar y continuamente evaluar su portafolio y tasa de éxito de oportunidades exploratorias.

Un modelo de contratación se considera al inicio de este capítulo, como el conjunto de aspectos y características que deben tenerse en cuenta para que en común acuerdo entre contratante y contratista de un determinado servicio, para el caso presente del servicio de adquisición sísmica terrestre, se logre acordar como mínimo: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿De qué manera? ¿Por cuánto tiempo? ¿A qué precio? Y bajo qué condiciones, se deben realizar un conjunto de actividades que satisfagan las necesidades del contratante; el contratista recibirá su remuneración de la forma en que se haya acordado entre las partes.

Este capítulo se enfocará en conocer las etapas pre-contractuales y contractuales con las cuales Ecopetrol ha venido ejecutando sus actividades de adquisición sísmica terrestre en los últimos años.

Posterior a ello se darán algunas pautas del porqué se considera importante la etapa de planeación contractual en un programa de adquisición sísmica para Ecopetrol.

Una vez documentado, como son las características de su modelo contractual, si n que ello implique un paso a paso sino uso lineamientos y bases de cómo proceder en la contratación de este servicio, se mostrara un balance de los programas sísmicos que se han realizado en los últimos años en Ecopetrol; contrario a esto, también se han presentado dificultades y no se han podido realizar algunos proyectos, y es porque que se dará una breve explicación de los principales factores que han impedido la realización de programas sísmicos por parte de Ecopetrol en estos últimos años también.

Al finalizar se realizará un análisis de las principales lecciones aprendidas de los programas sísmicos contratados. Es importante mencionar la limitación de la obtención de información completa y en detalle por temas de confidencialidad.

2.1 Aspectos a tener en cuenta para entender el modelo contractual en Ecopetrol.

El objetivo principal del proceso de abastecimiento en Ecopetrol consiste en Asegurar el suministro efectivo, responsable y sostenible a largo plazo de bienes y servicios, de forma segmentada en términos de costo, oportunidad, calidad y nivel de riesgo, con talento humano

capacitado y motivado, y en un entorno organizacional y tecnológico basado en mejores prácticas. Esto según lo indicado en su libro del Modelo Operativo en su versión No 5 (Ecopetrol, 2019).

Partiendo de este objetivo, se hace preciso aclarar que el modelo de abastecimiento de Ecopetrol no consiste particularmente en describir una secuencia de acciones dentro del proceso de abastecimiento sino de una indicación de los elementos que deben ser tenidos en cuenta por cada uno de los interlocutores y así asegurar la entrega de valor a la organización bajo parámetros de ética, transparencia y debida diligencia.

Los valores que deben caracterizar a las personas que laboran en la función de abastecimiento y que también han sido plasmados en el libro del modelo de Ecopetrol son:

Transparencia: Gestionar el abastecimiento de forma objetiva, clara y verificable.

•**Ética:** Abastecimiento promete solamente lo que espera lograr y adquiere solamente los compromisos que tiene intención de cumplir, sin participar ni permitir prácticas comerciales corruptas o que infrinjan el régimen de libre competencia.

•**Equidad:** En las relaciones con los grupos de interés se actúa con justicia, igualdad e imparcialidad.

•**Confianza:** Expectativa que surge en la comunidad de abastecimiento, de un comportamiento normal, honesto y cooperativo basado en normas comunes compartidas por los miembros de dicha comunidad.

En la figura 5, se ilustrara un resumen de la estructura general de modelo de abastecimiento en su visión global de proceso:



Figura 5. Modelo de Abastecimiento. Adaptado de: libro modelo operativo de abastecimiento.

Las actividades críticas tienen en su desarrollo unos roles según cada etapa. Estos roles y su principal función son:

Vicepresidente de Abastecimiento y Servicios. Pertenecen a la Vicepresidencia de Abastecimiento y es quien lidera todos los procesos que aquí se ejecutan.

Gerente de Abastecimiento. Vicepresidencia de Abastecimiento.

Funcionario Solicitante: como un nombre lo indica es quien solicita la contratación de cada compra y/o servicio y pertenece al área o dependencia que requiere la contratación.

Gerente Administrativo: lidera toda la gestión administrativa en cada una de las áreas de negocio y dentro de esta gestión está la contractual de la misma.

Administrador de Contrato: Asegurar el adecuado cumplimiento del objeto contractual, a través de la gestión en: alistamiento, seguimiento a la ejecución, cierre y balance de contratos.

Interventor: Exigir y verificar el cumplimiento de los aspectos técnicos (plazo/calidad/cantidad) de conformidad con el contrato; verificar las cantidades ejecutadas y suscribir las actas de ejecución.

Administrador de Inventarios: Responsable del proceso de planeación del suministro de materiales.

Líder Regional de Inventarios/Administrador Bodegas: Administración y control de las bodegas de materiales de gastos – proyectos de sus centros logísticos cargo, soportándose en el operador de la bodega.

Apoyo Pre-contractual: Proyectar y consolidar los documentos del Método de Elección y / o modificaciones contractuales, conforme a lo solicitado, y realizar el cargue de los mismos.

Apoyo Transaccional : Apoyo en la verificación del cumplimiento de los requisitos para la suscripción del acta de inicio y ser el soporte administrativo permanente del Administrador del Contrato.

Esta vision global es la que muestra la linea a seguir como compañía y muestra las actividades críticas del proceso de abastecimiento y enuncia los roles que involucra al interior de la empresa las cuales son:

- **Planeación Estrategica De Abastecimiento:** hace referencia a como se anticipa y se definen cuales son los requerimientos de compras y contratacion en la compañía, los cuales son incluidos en el Plan de Abastecimeinto Integral. Cada unidad de negocio responde a unos objetivos corporativos y diseña su propio plan estrategico y de este se desprenden las necesidades contractuales las cuales deben ser vistas y analizadas de manera anctiicpada por parte de la vicepresidencia de abastecimiento para poder iniciar la planeacion de estos requerimeintos conjuntamente con cada area de negocio.

Roles: Funcionario Solicitante, Gerente Administrativo y/o coordinador de Gestión Contractual.

- **Aprovisionamiento:** por medio de niveles optimos de costo, oportunidad y calidad del bien o servicio contratado se realiza la contratacion de bienes y servicios en cada dependencia.

Roles: Funcionario Solicitante, Funcionario Autorizado, Apoyo Precontractual

- **Gestión De Contratos:** Asegura el debido inicio, ejecucion, cierre y balance final de contratos, con una adecuada gestion de eventualidades y la evaluación del desempeño del contratista.

Roles: Vicepresidente de Abastecimiento y Servicios, Gerente de Abastecimiento, Funcionario Solicitante, Administrador de Contrato, Interventor, Gerente Administrativo y/o Coordinador de Gestion Contractual y Apoto Transaccional.

- **Logistica Y Gestion De Inventarios:** Gestionar integralmente la cadena de suministro de bienes de Ecopetrol (no incluye materias primas), determinando la cantidad y oportunidad óptimas del inventario y catálogo adecuado, para su alineación con las necesidades del negocio; y a su vez asegurar la gestión del recibo, almacenamiento y despacho de materiales.

Roles: Administrador de Inventarios, Operador Logistico, Profesional de Abastecimiento, Lider Regional de Inventarios.

- **Gestion De Proveedores:** Alista, gestiona y mantiene la base de potenciales oferentes y desarrolla un relacionamiento segmentado con proveedores.

Roles: Administrador de Contratos, Profesional de entorno, Profesional de Abastecimiento, Apoyo SIPROE(Sistema de informacion de proveedores de Ecopetrol).

Por otra parte, contemplando el objeto del presente trabajo de grado, y una vez entender mediante resumen cual es el foco estartegico de abastecimiento corporativo, se encuentran las características contractuales para el servicio de adquisiicon sismica el cual se encuentra

encaminado de igual manera en terminos de costo, oportunidad, calidad y nivel de riesgos a buscar la mejor opcion para Ecopetrol.

Teniendo una vision global de todo el modelo de abastecimiento a nivel corporativo de Ecopetrol, en el siguiente numeral se pretende explicar ¿cuales son las etapas en la contratacion del servicio de adquisición sismica terrestre?.

2.2 Etapas de la contratación de una adquisición sísmica terrestre.

El objetivo principal de una unidad exploratoria petrolera en una compañía operadora es aumentar sus recursos contingentes mediante la determinación de una serie de planes que conlleven a obtener éxitos exploratorios a costos de mercado con los cuales la compañía tenga capacidad de darle continuidad a sus inversiones.

Es preciso aclarar que previo a las etapas pre contractuales y contractuales han existido unas etapas técnicas (análisis, determinaciones, revisiones con autoridades técnicas, comités, visitas, valoraciones, etc) donde se definen las zonas de interés, en este caso particular para la Vicepresidencia de Exploración de Ecopetrol, y de allí resultan planes y estrategias a seguir para concentrar todos sus esfuerzos en proyectos prospectivos en términos exploratorios.

De los planes y estrategias resultan los cronogramas para ejecutar los proyectos exploratorios de interés en cierto periodo de tiempo (a 3 años, a 5 años, a 10 años); y de igual manera nace la necesidad de contratar compañías idóneas, que puedan ejecutar los programas de adquisición

sísmica terrestre, teniendo en cuenta que Ecopetrol, no dispone en su planta de personal, con profesionales y/o técnicos que puedan ejecutar este conjunto de actividades.

Para poder encontrar las compañías y las oportunidades idóneas en el mercado para el operador, es necesario construir diseños sísmicos soportados en las condiciones existentes y alineadas con las estrategias corporativas.

2.2.1 Diseño Sísmico. En esta etapa tal y como se ha mencionado en algunos apartes del capítulo anterior, el objetivo del diseño sísmico se concentra en definir los parámetros técnicos teóricos de la información a adquirir de acuerdo a las necesidades de iluminación, es decir, según el nivel de información que se requiere obtener, es en el diseño donde se define el área a abarcar, a que profundidad, si la sísmica a realizar se requiere para ver trampas estratigráficas o estructurales, teniendo en cuenta que una trampa estratigráfica es Una variedad de contenedor geológico sellado con capacidad para retener hidrocarburos, formado por los cambios producidos en el tipo de roca o por acuñamientos, discordancias, o rasgos sedimentarios, tales como los arrecifes. Por el contrario, las trampas estructurales constan de estructuras geológicas en estratos deformados, tales como fallas y pliegues cuyas geometrías permiten la retención de hidrocarburos. (Schlumberger, 2020)

Es durante la etapa del diseño sísmico donde se define si su alcance es regional (una zona amplia que abarca más de 500 kilómetros cuadrados) o detallado (si se refiere a una zona particular de aprox 100 kilómetros), ¿qué tipo de resolución se requiere?, es decir que tanto se desea conocer (alumbrar) el subsuelo; este análisis y esta creación del diseño se realiza por parte de personal

directo de la vicepresidencia de Exploración a partir de información previa que se obtenga del área de interés.

2.2.2 Planeación financiera / contractual. Durante esta etapa el objetivo se concentra en la integración de los requerimientos del diseño con todas las variables que se presentan en las áreas a intervenir para que de acuerdo a estas variables se vayan definiendo como serían los alcances del proyecto, área a explorar, presupuesto disponible vs presupuesto requerido para realizar la actividad, tiempo de ejecución, etapas a contemplar, que requerimientos técnicos, ambientales, sociales, de temas inmobiliarios, jurídicos, temas de seguridad física, etc se van a solicitar para cumplir con el objetivo.

Para poder definir el alcance de un proyecto es necesario mencionar cuales son las actividades principales que se desean realizar en un programa sísmico, cuantos kilómetros se desean adquirir, en que bloque, y adicionalmente se puede llegar a aterrizar si la ejecución se podría dar en un numero de fases determinadas. Estos elementos constituyen parte fundamental en la definición de un alcance. Un ejemplo de un Alcance en un programa sísmico deseable a contratar podría ser:

Las actividades a ejecutar para Contratar la Adquisición y Procesamiento del programa sísmico denominado **Estrella 2D** de aproximadamente 200 Km incluyen:

- Fase Preoperativa: Movilización (equipos y personal), reuniones informativas, construcción de helipuertos y adecuación de área, implementación PMA, desmovilización.
- Fase Operativa: Movilización (equipos y personal), Montaje campamento base, construcción de helipuertos, implementación de PMA, Topografía, Perforación, Registro y desmovilización.

En esta fase de planeación contractual es necesaria la construcción de una especificación técnica donde se determinen todas las condiciones técnicas para el programa a adquirir.

Un aparte extraído de una especificación técnica para alguno de los programas sísmicos que ha planeado Ecopetrol es el siguiente en su introducción:

Este documento contiene los requerimientos técnicos y las consideraciones generales necesarias exigidas por **Ecopetrol** para llevar a cabo las actividades de adquisición sísmica, las condiciones particulares de ubicación, parámetros, fase pre operativa, fase operativa y fase de diagnóstico logístico operativo, se desarrollan en cada uno de sus apéndices.

En todos los casos y de acuerdo a la fase de ejecución requerida en la orden de servicio correspondiente del **Contrato**, este documento irá acompañado de sus respectivos apéndices. (ECOPETROL, 2020)

Los elementos que componen una especificación técnica en Ecopetrol pueden ser los siguientes:

- Introducción. La descripción general de lo que contiene el documento.
- Glosario. Términos que ayudaran a comprender el documento de manera más clara.
- Precisiones Generales. Instrucciones, recomendaciones, indicaciones de carácter general que se le precisan al contratista según lo deseado en la ejecución.
- Alcance Del Trabajo. Cuáles son los límites de las actividades que se esperan realizar en la adquisición.
- Equipos. Indicaciones que debe tener en cuenta el contratista en materia de equipos a utilizar durante la ejecución.
- Personal. Determinaciones a tener en cuenta en materia de recurso humano a contratar durante cada una de las etapas de la adquisición.

- HSE. Indicaciones, obligaciones, recomendaciones, documentos a tener en cuenta en materia de seguridad, salud y medio ambiente.
- Entorno (Seguridad Física, Actividades Sociales, Acceso Territorial)
- Control De Calidad, se indica la necesidad de un manual de control de calidad por parte del Contratista el cual deberá utilizar durante todas las actividades a desarrollar, de igual manera indica las características que debe tener el sistema de control interno del mismo, en si todas las indicaciones para monitorear la calidad en cada uno de los frentes de trabajo durante toda la adquisición.
- Aspectos De Arqueología. Indicaciones en este ámbito a tener en cuenta. Que documentos en materia arqueológica deberán ser tenidos en cuenta por el contratista como por ejemplo "Manual De Procedimientos Generales Para La Preservación Del Patrimonio Arqueológico En Los Proyectos De Impacto Ambiental",
- Apéndices De Las Fases A Ejecutar: P.E fase pre operativa, fase operativa y fase de diagnóstico logístico operativo, según aplique. Contemplaciones de cada fase, que elementos se deben tener en cuenta.

En conclusión, el resumen de una especificación técnica en un programa de adquisición sísmica, define que espera técnicamente Ecopetrol del contratista que como mínimo realice y precise durante toda su ejecución según cada una de las parametrizaciones expuestas en el documento.

Por otra parte, dentro de una planeación contractual se requiere realizar un análisis de mercado actualizado, ¿qué empresas se encuentran disponibles?, ¿cuáles trabajos han realizado en los últimos años?, ¿qué disponibilidad tienen para realizar trabajos en determinadas zonas?, conocer cuáles han sido sus evaluaciones de desempeño en las ejecuciones que han estado realizando últimamente (cumplimiento de especificaciones técnicas, aspectos administrativos referentes a

cumplimiento en pagos de seguridad social, pagos a proveedores, indicadores de HSE, etc), pagos pendientes, embargos, demandas, conocer todo lo que se pueda de las compañías disponibles en el mercado para ir asegurando quienes podrían ser los invitados a un eventual proceso de selección y con qué condiciones o requisitos mínimos será construido el proceso con el objeto de asegurar la disponibilidad de excelentes oferentes. Esta acción debe estar liderada por los departamentos de abastecimiento de cada operadora, los cuales deben contar con todo el soporte de las distintas áreas de la compañía.

En la etapa de planeación es necesario también realizar análisis de riesgos en todos los aspectos vinculantes de la adquisición (contractual, técnico, HSE, social, inmobiliario, administrativo, jurídico, financieros, etc.), esto le ayudara a tener mucho más sustento a la compañía para construir correctamente su presupuesto y su minuta de contrato, pues identificar el mayor número de riesgos, evaluar su ocurrencia y posible mitigación asegurara que las condiciones contractuales sean claras y el contratista con quien vaya ejecutar la actividad no le cargue diversos riesgos a la oferta económica con la cual aplique a un eventual proceso de contratación.

Uno de los métodos que Ecopetrol tiene en cuenta para realizar sus análisis de riesgos para la actividad de adquisición sísmica, es el Método visual **Bow Tie**, el cual describe y analiza las vías de causas y consecuencias de cada uno de los riesgos que se logran identificar durante la etapa pre contractual.

Teniendo en cuenta todos los interrogantes a resolver dentro de esta etapa, se considera una de las etapas más importantes de la adquisición sísmica, porque el grado de criticidad debe ser el máximo posible de todos los miembros de la planeación puesto que es la etapa donde se deben incluir, analizar y definir todos los requerimientos; en esta etapa es donde realmente se imagina,

se proyecta concretamente como va a ser la operación y cuáles son los elementos claves que podrían asegurar una correcta ejecución del proyecto.

La integralidad de todas las partes involucradas es muy importante. Es donde se deben realizar acercamientos con las autoridades implicadas con el objetivo de tramitar, viabilizar, resolver, definir, presentar todos los aspectos fundamentales del proyecto direccionando a un mismo fin: garantizar la adquisición de información sísmica deseada.

Durante esta etapa se hace necesario asegurar todas las actividades que por ley es necesario cumplir, permisos ambientales, evaluaciones ambientales de la zona, conocer que comunidades están involucradas, conocer que tramites sociales particulares se deben desarrollar, es necesario visitar las veces que sea necesario el área de influencia e indagar acerca de todos los elementos en los cuales se podría incurrir durante la ejecución así como realizar acercamientos con las autoridades locales, regionales, etc.

2.2.3 Contratación. La fase de contratación en un programa de adquisición sísmica comprende el acuerdo entre las partes con sus respectivas condiciones para realizar la operación. Para el caso puntual que se trata en este trabajo de grado se toma como referente ejemplos de contratación de operadoras como por ejemplo ECOPETROL, HOCOL, GRAN TIERRA y una empresa de servicios de adquisición sísmica como por ejemplo PETROSEISMIC O SAEXPLORATION. De acuerdo a los manuales de contratación de las diferentes compañías operadoras, pueden existir distintos tipos de contrato, como por ejemplo Contrato Marco (es un contrato amplio con unos alcances amplios, por los cuales a medida que se van requiriendo ejecutar actividades se van

solicitando Ordenes de Servicio puntuales y específicas para ciertas tareas particulares en determinadas zonas con unos ítems ya pre acordados y unas cantidades estimadas); Contrato Puntual (una necesidad puntual, un número de kilómetros ya previamente establecidos con unas tarifas pactadas y un alcance concreto); Operación Llave en Mano (este tipo de contratos se presentan cuando se tiene un nivel alto de confianza entre las partes y literalmente el operador le entrega el control total de una determinada zona para ejecutar las actividades de adquisición sísmica al contratista sin intervenir en la ejecución sino esperando un resultado final previamente establecido); Acuerdos de bases Económicas (consta de acuerdos entre el operador y varias compañías de servicios, donde se han definido unos ítems y unas cantidades estimadas y cada uno de los contratistas tiene sus propias tarifas y a medida que el operador requiera la ejecución de una actividad puntual, se solicita disponibilidad a las compañías de servicios y se solicitan descuentos adicionales los cuales podrán ser otorgados por las compañías o no. El operador realizara según la información recibida en cada orden de servicio requerida, ¿cuál podría ser la mejor opción para su ejecución? en términos económicos, de condiciones técnicas y de tiempos de entrega, una de las diferencias con el contrato marco es que normalmente en los Acuerdos de Bases Económicas son más de 1 contratista, y que podrían aplicar descuentos a partir de ciertas unidades a ejecutar según lo acordado en cada contrato con cada una de las compañías. Para definir el mejor vehículo contractual a utilizar depende principalmente de la necesidad que desea suplir el operador; depende también de la disponibilidad presupuestal, de la cantidad de áreas de interés, del número de compañías que tenga disponible para atender sus requerimientos, y así distintas variables que al analizar le darán distintas opciones y finalmente ejecutara la más adecuada según su estrategia de operación.

Dentro de la fase de contratación, ya debe estar definida la lista de invitados a participar, los documentos con los cuales se abre el proceso deben estar en sus versiones finales y aseguradas por todas las áreas involucradas en la planeación. Ya se debe haber realizado una correcta planeación donde se haya realizado una simulación del posible flujo de caja del proyecto y así haber definido una lista de posibles compañías que financieramente tengan el sustento económico necesario para la operación sísmica deseada.

Durante esta fase, una vez abierto el proceso, los participantes conocen e indagan acerca de los documentos que regirán el proceso, realizan observaciones y/o cuestionamientos que le permitan resolver todas las dudas y construir de la mejor manera un ofrecimiento económico acorde a lo que la compañía de servicios pueda ofrecer según sus herramientas y ventajas competitivas y a lo que la compañía operadora requiera para su operación.

Una vez recibidas las ofertas, se procede a evaluar las mismas, según los factores definidos en la planeación, donde se otorgan puntajes por aspectos técnicos, comerciales, legales, HSE, de entorno, entre otros según aplique y según haya establecido el operador, que deben reunir el contratista con mayores capacidades para ejecutar el programa de adquisición.

Es válido adicionar que en esta etapa de contratación de la actividad sísmica se debe de igual manera dar inicio a la contratación de la inversión social; se entiende inversión social como la inversión de recursos en proyectos que apoyen el desarrollo sostenible en determinada zona donde se pretenda realizar en este caso un programa de adquisición sísmica entendiendo área o zona de

influencia cuya demarcación podría ser mediante el número de veredas (zona rural) que cubre el área donde se desea realizar la actividad sísmica.

La inversión social puede ser incluida como una actividad en el contrato de operación, o también puede ser contratada por aparte con otros contratistas expertos en inversión dependiendo por ejemplo de las líneas de inversión que se hayan aprobado y acordado con las comunidades de las zonas de influencia directa. Este factor ayudará y contribuirá a la viabilización de los proyectos principalmente en el manejo de relacionamiento con las comunidades, con las cuales es importante también precisar que sería ideal realizar con estas inversiones de manera local y no regional para asegurar un mejor entendimiento y acercamiento con la población directamente implicada en la zona.

En la etapa de contratación y previo al inicio del contrato ya debe estar definido el equipo que junto con el administrador y gestor técnico propuestos para la ejecución del contrato soporten cada una de las áreas involucradas y aseguren la correcta ejecución de las actividades definidas en los términos del contrato como por ejemplo las obligaciones no solo técnicas, sino ambientales (medidas de manejo ambiental o Plan de manejo ambiental según aplique), medidas de HSE, todo el tema social y de relacionamiento, seguridad física; todos estos aspectos deben tener un soporte ojala en sitio constantemente que asegure una ejecución, que garantice calidad en la realización de todas y cada una de las actividades del contrato acorde a la necesidad del cliente, en este caso del operador.

Una vez evaluadas las ofertas, definido el equipo de soporte por parte del cliente, adjudicado el contrato, realizado tramites de pólizas (entiéndase como la garantía que debe ofrecer el contratista

al operador, de que cumplirá a cabalidad con lo establecido contractualmente, en Ecopetrol para adquisición sísmica pueden ser requeridas las siguientes garantías con sus respectivos amparos: Póliza de Cumplimiento con amparos de Cumplimiento del contrato, Pago de Salarios y prestaciones sociales, Estabilidad de la obra, Póliza de Responsabilidad Civil Extracontractual y Póliza de Seguro colectivo de Vida) según la determinación en la planeación, una vez se realice el respectivo taller de riesgos directamente entre contratante y contratista para aclarar muy bien desde el comienzo el detalle esperado de la operación, una vez se de la reunión de inicio, todo estaría listo para comenzar labores según los cronogramas acordados por ambas partes.

2.2.4 Liquidación. Según la Guía para liquidación de procesos de Contratación de Colombia Compra Eficiente la liquidación se define como el procedimiento a través del cual una vez concluido el contrato, las partes cruzan cuentas respecto sus obligaciones. El objetivo de la liquidación es determinar si las partes pueden declararse a paz y salvo mutuo o si existen obligaciones por cumplir y la forma en que deben ser cumplidas. Por esta razón, la liquidación sólo procede con posterioridad a la terminación de la ejecución del contrato.

En esta actividad participan por parte de Ecopetrol el administrador del contrato, el interventor, el representante de la empresa Contratista, soportes jurídicos de ambas partes y los demás profesionales que se considere pueden soportar el proceso para realizar el cierre y balance de actividades ejecutadas, pagadas, las observaciones pertinentes que deban quedar en el acta de liquidación, los incumplimientos, todo el detalle de lo acontecido administrativamente durante el programa sísmico e indicar las sumas finales que se adeudan al contratista o que en determinado caso también el tuviera que devolverle al operador.

2.3 Características del modelo de contratación utilizado por Ecopetrol S.A como operador en adquisición sísmica.

Para poder conocer un poco acerca de los modelos de contratación utilizados por Ecopetrol durante los últimos 5 años, es necesario precisar que para el desarrollo del presente trabajo de grado se entiende modelo de contratación como la forma en que se contratan las actividades a ser desarrolladas en este caso en un programa de adquisición sísmica; es decir, con qué condiciones un operador contrata a una compañía de servicios para que mediante unos ítems, cantidades y una forma de pago previamente establecidas se logre mediante un contrato cumplir el objetivo de adquirir determinados kilómetros de sísmica en determinado lugar.

Al analizar los 7 contratos realizados, y por motivos de confidencialidad, se explicara de forma general el modelo contractual utilizado por Ecopetrol en la adquisición sísmica de esos 3337 kilómetros equivalentes desde el año 2014 al presente.

Todos y cada uno de estos contratos fueron de carácter puntual, es decir, cada programa sísmico tuvo su contrato con una compañía, acordando necesidades puntuales y liquidando (al liquidar el contrato por las partes se entiende que ha sido finalizada la actividad de ejecución y es necesario realizar un balance, un control de actividades ejecutadas, pagadas y cuáles de estas aún quedan pendientes por pagar por parte del operador) cada uno de esos contratos.

6 programas sísmicos fueron ejecutados por medio de Energía Sísmica Impulsiva, y una vez establecidos los diseños, se contrataron principalmente los siguientes ítems:

1. Movilización, inicio de la red GPS e instalación y aprobación de campamento base.
2. Trocha y Topografía
3. Perforación
4. Registro (incluye procesamiento en campo)
5. Procesamiento PSTM
6. Obtención de permisos, autorizaciones o concesiones para el aprovechamiento de recursos naturales
7. Actas de vecindad pre y post registro, viviendas, obras civiles.
8. Recuperación afectación vial
9. Aplicación ley de servidumbres Petroleras
10. Daños y afectación e implementación del PMA.
11. Inversión Social
12. Desmovilización
13. Actas de procesos Erosivos

De estos 7 contratos hay uno que tuvo una característica diferente a la ejecución de los 6 restantes, y fue Cardón 2D, este contrato tuvo la particularidad que fue sísmica por medio de Vibros, lo cual tiene una gran diferencia en las actividades que se dependen puesto que siguen existiendo las fases principales de la adquisición sísmica, teniendo en cuenta que estos fueron los ítems contratos:

1. Movilización
2. Desmovilización
3. Topografía
4. Vibración y registro

5. Procesamiento PSTM
6. Implementación del PMA
7. Actas de infraestructura, hídricas y viales.

Pero a diferencia de los procesos anteriores, y debido a ajustes en el manual de contratación de Ecopetrol donde principalmente se enfoca que se le da mayor autonomía al contratista para la realización de sus actividades (sin perder control y seguimiento por parte de la operadora Ecopetrol S.A) y en donde, adicionalmente, se destaca que se le quita la carga de ejecución por ejemplo de la inversión social, lo cual es un compromiso adquirido y realizado por parte de Ecopetrol como operadora directamente, situación en procura que el contratista se dedique a lo relacionado directamente con la adquisición sísmica, y que estas actividades anexas, sean contratadas y desarrolladas completamente por parte de Ecopetrol lo cual tiene dos principales ventajas, y es que el contratista ejecutor de las actividades de la sísmica, se dedica a ello y atiende situaciones relacionadas con la adquisición meramente, y adicionalmente, Ecopetrol tiene control total y asume la responsabilidad de asegurar que la inversión social llegue a cada una de las veredas del área de influencia directa del proyecto cumplimiento sus compromisos y no delegando su representación ante las comunidades en la entrega de los beneficios de inversión social que normalmente se desarrollan en los programas de adquisición sísmica, situación que es favorable para la viabilización de la ejecución pero lo más importante, a contribuir con el desarrollo socio económico de las comunidades de las zonas donde se realiza la adquisición de información prospectiva.

2.4 Documentación contractual

En un acuerdo entre las partes cobra gran relevancia cada compromiso que quede debidamente consignado y estipulado. Un contrato de adquisición sísmica varía en su precio dependiendo de muchas variables, pero teniendo en cuenta que el contratista le presta servicios a un operador en sísmica para el orden de 400 kilómetros perfectamente podría costar 47.000.0000.000 Cuarenta Y Siete Mil Millones De Pesos, una gran suma de dinero que es obligatoriamente que queden muy bien definidas todas las actividades a realizar de la manera más clara posible. Una de las formas más importantes de lograr esto, es en la correcta elaboración de los documentos y anexos que soportan la minuta del contrato. Es por esto que se deseó incluir este pequeño análisis de cuales son comúnmente algunos de los documentos que componen el modelo contractual en Ecopetrol.

Para efectos de este trabajo de grado, y teniendo en cuenta la experiencia laboral en esta temática en los últimos años al interior de Ecopetrol, los documentos contractuales más importantes sin restarle significancia a todos los que componen el proceso, son:

- Minuta del contrato.
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto estimado.
- Guía de aspectos y condiciones laborales en actividades contratadas por Ecopetrol.
- Anexos HSE.
- Condiciones Generales y Particulares de la contratación.

En los procesos de contratación de Ecopetrol suelen existir una serie de documentos soporte del contrato que aproximadamente son cerca de 50 anexos, lo cual a pesar de la especialidad y complejidad de la actividad se considera afectan el entendimiento de las obligaciones por parte del contratista encargado de crear una oferta económica para cumplir con el objeto definido.

Para tratar de enlistar los documentos que fueron utilizados como anexos en los procesos de contratación de programas de adquisición sísmica realizados hacia el año 2014 estos son:

LISTADO DE ANEXOS:

		APLICA	
		SI	NO
ANEXO 01.	MODELO DE LA CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA	X	
ANEXO 02.	FORMATO PARA OBSERVACIONES	X	
ANEXO 03.	FORMATO EXPERIENCIA DEL PROPONENTE	X	
ANEXO 04.	RELACIÓN DE ACTIVIDADES, SUMINISTROS Y SERVICIOS, PRECIOS UNITARIOS Y OFRECIMIENTO ECONÓMICO	X	
ANEXO 05.	RELACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MÍNIMOS OFRECIDOS		X
ANEXO 06.	MINUTA DEL CONTRATO	X	
ANEXO 07.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	X	
ANEXO 08.	RESUMEN DEL SCOUTING	X	
ANEXO 09.	NORMAS DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO PARA LLAMADAS PERSONALES Y DE TRABAJO REALIZADAS DESDE EL POZO.		X
ANEXO 10.	GUÍA PARA EL MANEJO DE GASTOS REEMBOLSABLES	X	
ANEXO 11.	GUÍA DE ASPECTO LABORALES PARA TRABAJADORES DEL CONTRATISTA	X	
ANEXO 12.	PAGOS EN MONEDA EXTRANJERA A RESIDENTES EN COLOMBIA ASPECTOS CAMBIARIOS		X
ANEXO 13.	GUÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE CONTRATOS	X	
ANEXO 14.	CAPACIDAD FINANCIERA	X	
ANEXO 15.	CLAUSULADO GENERAL PARA LA GARANTÍA ÚNICA DE CUMPLIMIENTO INCLUYENDO LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA PROPUESTA.	X	
ANEXO 16.	PROCEDIMIENTO DE DESEMPEÑO DE CONTRATISTAS (podrá ser consultado en la página web www.ecopetrol.com.co / contratistas / dimensión económica / normatividad)	X	
ANEXO 17.	MODELO DE GARANTÍA DE PRIMERA DEMANDA	X	
ANEXO 18.	MODELO COMPROMISO DE APOYO Y SUPERVISIÓN TÉCNICA	X	
ANEXO 19.	PROCEDIMIENTO DE VIAJES PARA CONTRATISTA	X	
ANEXO 20.	GUÍA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	X	
ANEXO 21.	PARAMETROS DE EJECUCIÓN PARA EL PROYECTO		X
ANEXO 22.	SEGURIDAD FÍSICA DE CONTRATOS.	X	
ANEXO 23.	MIGRACION DE DATOS GEOGRAFICOS	X	
ANEXO 24.	GUÍA BÁSICA AMBIENTAL PARA PROGRAMAS DE EXPLOTACIÓN SÍSMICA TERRESTRE	X	
ANEXO 25.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA PROGRAMAS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA	X	
ANEXO 26.	APORTES AL SISTEMA DE PROTECCION SOCIAL	X	
ANEXO 27.	CERTIFICACIÓN DE PREVENCIÓN DEL LAVADO ACTIVOS Y FINANCIACION TERRORISMO	X	
ANEXO 28.	FORMATO DECLARACION LAFT	X	
ANEXO 29.	FORMATO CERTIFICACION ACCIONARIA	X	
ANEXO 30.	FORMATO PROMOCION A LA INDUSTRIA NACIONAL	X	
ANEXO 31.	MANEJO SEGURO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN ECOPETROL NORMAS Y PROCEDIMIENTOS - MASE (CONSULTAR	X	

Figura 6. Anexos en los procesos de contratación parte 1. Adaptado de: archivos Ecopetrol

	FISICAMENTE EN EL CENTRO DE RECEPCION DE OFERTAS).		
ANEXO 32	CÓDIGO DE BUEN GOBIERNO	X	
ANEXO 33	CÓDIGO DE ÉTICA (podrá ser consultado en la página web www.ecopetrol.com.co / contratistas / dimensión económica / normatividad)	X	
ANEXO 34	PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE QUEJAS, DENUNCIAS Y RECLAMOS	X	
ANEXO 35	GUÍA DE DERECHOS HUMANOS	X	
ANEXO 36	GUÍA PARA LA GESTIÓN DE LAS RELACIONES DE ECOPETROL CON LOS GRUPOS DE INTERÉS, SOCIEDAD Y COMUNIDAD	X	
ANEXO 37	TABLA DE NIVELES SALARIALES CARRERA TECNICA ADMINISTRATIVA.	X	
ANEXO 38	POLÍTICA AERONÁUTICA.	X	
ANEXO 39	OGP HELICOPTER GUIDELINES FOR LAND SEISMIC & HELIRIG OPERATIONS.	X	
ANEXO 40	DIRECTRICES EN MATERIA DE TRANSPORTE AÉREO.	X	
ANEXO 41	EXAMEN MEDICO DE INGRESO.	X	
ANEXO 42	CONTRATO DE TRANSPORTE - USO DE VEHICULOS NO PROPIOS	X	
ANEXO 43	REGLAMENTO DE USO Y MANEJO DE VEHICULOS EN ECOPETROL S.A.	X	
ANEXO 44	FOMENTO DEL TRABAJO SEGURO, LIMPIO Y SALUDABLE	X	
ANEXO 45	LISTADO DE GASTOS REEMBOLSABLES	X	
ANEXO 46	LISTADO DE DOCUMENTOS PARA FACTURACION	X	
ANEXO 47	GUIA ACTOS DE MANDATO Y GASTOS REEMBOLSABLES	X	
ANEXO 48	CONTENIDO MÍNIMO Y ESTRUCTURA DEL PLAN HSE	X	
ANEXO 49	PERSONAL EQUIPO MÍNIMO	X	
ANEXO 50	DESCRIPCION DE EJECUCION DEL PROYECTO	X	
ANEXO 51	PROCEDIMIENTO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LA CONTRATACIÓN Y SUBCONTRATACIÓN (podrá ser consultado en la página web www.ecopetrol.com.co / contratistas / dimensión económica / normatividad)	X	
ANEXO 52	OGP - GUIA PARA EL MANEJO SEGURO DE AERONAVES	X	
ANEXO 53	DESGLOSE DE PRECIOS		X
ANEXO 54	CAPTACION Y VERTIMIENTOS DE AGUA GRIS	X	
ANEXO 55	RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS	X	
ANEXO 56	LISTA DE PREC UNIT PROCESAMIENTO Y REPROCESAMIENTO SISMICO	X	
ANEXO 57	ESCALAFON CONVENCIONAL 2013	X	
ANEXO 58	FORMATO CARRERA TECNICA ADMINISTRATIVA	X	
ANEXO 59	CONVENCION COLECTIVA DE TRABAJO	X	
ANEXO 60	SOCIALIZACION PROYECTOS DE ECOPETROL	X	

Figura 7. Anexos en los procesos de contratación parte 2. Adaptado de: archivos Ecopetrol

Es importante precisar que no se detalla a qué programa sísmico pertenecieron los documentos por temas de confidencialidad de la información.

Todos estos documentos enmarcan la complejidad que puede tener un proceso de contratación para un solo programa sísmico que dependiendo de muchas condiciones tales como: ubicación(cercanía a cascos urbanos) , partes involucradas, autoridades y medidas ambientales aplicables, condiciones socio económicas de la población del área de influencia directa, las vías de acceso, existencia de cuerpos de agua, entre otros factores afectan el costo y la posibilidad de ejecución de labores por parte del contratista. Situación que ha afectado en gran medida la realización de procesos de contratación al interior de Ecopetrol.

(Ministerio del medio ambiente, 1997)

2.5 Ecopetrol S.A y la adquisición sísmica.

Después de conocer en que consiste la adquisición sísmica, es necesario mencionar que ECOPETROL S.A es la empresa de petróleos más importante de Colombia y en este capítulo el objetivo es conocer como ha sido su modelo de contratación sísmica en los últimos 5 años y cuál es el impacto de la adquisición sísmica en lo mencionado en el capítulo anterior, como incrementar la lista de prospectos exploratorios que conlleven a la búsqueda de aumento de reservas petroleras en el país.

Es considerada la empresa No 1 del país y la petrolera más importante en Colombia, así lo reconocen los distintos medios no solo nacionales sino internacionales y así lo evidencian los principales indicadores financieros y socio- económicos de esta nación.

Esta compañía que en el año 2018 logró unas utilidades por 11,56 billones de pesos colombianos, adicionalmente una producción anual de 720.000 barriles de petróleo equivalentes diarios, es la misma que se encuentra en el desarrollo de su plan de negocios 2019-2021 donde espera poder ejecutar programas de adquisición sísmica que le permitan fortalecer su portafolio de oportunidades en materia de exploración y de igual manera poder reponer las reservas según las metas estipuladas para cada periodo. (Nonsoque, 2019)

2.5.1 Balance de Sísmica onshore Adquirida por Ecopetrol en los últimos 5 años. Para poder analizar y comparar los modelos de contratación utilizados en la adquisición sísmica terrestre por parte de Ecopetrol S.A en los últimos 5 años es importante conocer ¿cuál fue la actividad ejecutada en este periodo de tiempo?, así como ¿cuantos kilómetros fueron adquiridos 2D, 3D?, y ¿cuál fue el balance de esta realización?

En la siguiente tabla y según los datos obtenidos en el portal web de la ANH podremos conocer año a año desde el 2014 cuál fue el total de kilómetros de sísmica 2D Onshore equivalente adquirida por Ecopetrol y adicionalmente comparar con los km de sísmica equivalente adquiridos en Colombia.

Tabla 1. Información Sísmica Adquirida por Ecopetrol en los últimos 5 años comparado con la adquisición total de sísmica equivalente onshore en Colombia.

AÑO	TIPO DE SISMICA	CONTRATO	KM ADQUIRIDOS POR ECOPETROL	TOTAL KM EQUIV SISMICA ONSHORE ADQUIRIDA EN COLOMBIA	% DE ADQ SÍSMICA REALIZADA PRO ECOPETROL DE LA TOTALIDAD REALIZADA EN COLOMBIA
2014	2D CONVENCIONAL	CAÑO SUR	419	7980.14	39%
		CPE-04	806.3		
		MANZANO	70		
	3D CONVENCIONAL	SILVESTRE	499		
		CAÑO SUR	835.2		
		VMM 32	494.4		
2015			2199.74	0%	
2016	2D VIBROS	CARDON	213	2113.74	10%
2017				973.28	0%
2018				986.3	0%
TOTAL KM EQ			3336.9	14253.2	23%

Adptado de: Adaptado de: <http://www.anh.gov.co/ANH-en-Datos/Paginas/Cifras-y-Estad%C3%ADsticas.aspx>

En la tabla 1 la cual contiene información de la ANH, se observa evidentemente que Ecopetrol siendo la compañía petrolera más grande y más importante del territorio colombiano, de los últimos 5 años, en 3 de ellos No Realizó ningún Tipo De adquisición Sísmica (2015,2017 y 2018). En el año 2014 adquirió 3123,9 km equivalentes, un 39% de los kilómetros adquiridos en Colombia, lo cual muestra una actividad constante previo a la gran caída de los precios del petróleo, situación que desencadenó notoriamente una anulación del presupuesto disponible para invertir en la actividad exploratoria, como se evidencia en la Tabla No 2.

Tabla 2. Precio por Barril de Brent, dada en dólares por barril



Tomada de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-46477280>

Al no tener presupuesto disponible para realizar programas sísmicos, no fue posible contribuir al aumento de las reservas petroleras nacionales desde la actividad exploratoria.

El único programa sísmico que pudo ser desarrollado en los últimos 3 años fue Cardón, en el Caquetá, donde se adquirieron 213 kilómetros equivalentes.

Una vez repasado acerca de los programas sísmicos ejecutados por Ecopetrol en los últimos años, a continuación, se mostraran cuáles fueron las lecciones aprendidas más significativas según la evaluación realizada en el presente trabajo de grado.

2.6 Principales factores que han impedido la realización de programas sísmicos por parte de Ecopetrol.

Después de consultar la opinión de algunos funcionarios de Ecopetrol y tratando de no entrar en mayor detalle por temas de confidencialidad de la información, lo cual ha sido gran limitante en la realización del presente trabajo de grado, estas serían algunas de las razones por las cuales durante los últimos 5 años la contratación de actividad sísmica ha sido limitada por parte de Ecopetrol, entre otras, por estas 3 de las principales razones:

2.6.1 Capacidad financiera por parte de las compañías de servicios para ejecutar actividades de adquisición sísmica. Aun cuando no es fácil promediar el costo de varios programas sísmicos, porque son muchas las variables que afectan el costo del mismo, de acuerdo a los programas sísmicos ejecutados por Ecopetrol como compañía operadora, se podría decir que se requieren cerca de 50.000.000.000 de pesos colombianos para ejecutar un programa sísmico, con un costo promedio muy aproximado de 35000 dólares por kilómetro adquirido, lo cual obliga a tener un soporte financiero que respalde la ejecución y no estar dependiendo del proceso de facturación según la ejecución realizada en las distintas fases de la operación sísmica, donde es la perforación y el registro, las actividades de mayor costo y donde la compañía prestadora de los servicios debe estar preparada para atender los desembolsos que se requieran y luego presentar sus facturas al operador. En varios contratos existieron dificultades e incumplimientos de tipo financiero por parte de los contratistas como se mencionó en numerales anteriores.

2.6.2 Disminución en inversión exploratoria por caída del precio del Brent. Durante la crisis petrolera de los años 2015 y 2016 ocasionada por la caída del precio del crudo de referencia Brent específicamente para el caso colombiano y de Ecopetrol particularmente, se vieron afectadas las inversiones en materia exploratoria lo cual obligadamente disminuyó el recurso disponible para contratar actividades de adquisición sísmica.

2.6.3 Oposición por parte de las comunidades a la realización de la sísmica. En los últimos años, evidentemente también se ha presentado el fenómeno de comunidades y ambientalistas que se oponen a la actividad petrolera, donde se incluye la actividad sísmica la cual recientemente la han relacionado por desconocimiento con el famoso “fracking”, actividades que distan en su alcance y que como lo mostró en el año 2018 el periódico el Espectador, la ANH ha enfatizado en la necesidad de continuar la realización de la sísmica en todo el territorio nacional con el objetivo de conocer el subsuelo en distintas regiones y así continuar con las etapas exploratorias que conlleven a encontrar reservas de petróleo en Colombia. (Redacción Especiales, 2018)

Estos 3 factores han incidido determinantemente en la adquisición de información sísmica necesaria para conocer las condiciones del subsuelo en zonas de interés para Ecopetrol y necesariamente esto ha implicado que no se hayan podido determinar posibilidades de incremento de reservas, es decir disminuye las posibilidades con las cuales se invierten los recursos para lograr éxitos exploratorios en una compañía operadora.

Este último numeral de este segundo capítulo pretende sintetizar que situaciones se han aprendido de todo el proceso exploratorio de adquisición sísmica en los últimos años en Ecopetrol. Siempre es necesario realizar este tipo de actividades posterior a la finalización de los contratos,

un equipo interdisciplinario de profesionales técnicos, de entorno, administrativos y jurídicos, se reúne para identificar cuáles son esas acciones de mejora y resaltar cuales son los grandes aciertos obtenidos.

2.7 Lecciones aprendidas adquisición sísmica en Ecopetrol en los últimos 5 años

Teniendo en cuenta la dificultad por temas de confidencialidad que puede ser detallar cada programa sísmico y las situaciones que se presentaron en el mismo, a continuación, se resumirá con los aspectos más importantes consultados a algunos funcionarios de la compañía cuales fueron estas lecciones que permitirán que en cada programa sísmico a ser planeado se tengan en cuenta y se logren mejoras y optimizaciones en los procesos de contratación a futuro.

Se seleccionaron 5 lecciones aprendidas determinantes al momento de realizar una contratación de un programa de adquisición sísmica, estas son:

2.7.1 Ausencia de pluralidad de proveedores con capacidad técnica, financiera y operativa para adquirir información sísmica en Colombia. Durante la ejecución de varios programas sísmicos se pudo evidenciar la limitación de compañías con el musculo financiero y disponibilidad de equipos para realizar varios programas sísmicos al tiempo, se presentaron incumplimientos por parte de los contratistas con sus proveedores y con sus trabajadores, lo cual generó dificultades en la ejecución de las actividades y generó que Ecopetrol realizara apremios en varios contratos ejecutados.

2.7.2 Es necesario mejorar la gestión de la inversión social como elemento fundamental en la viabilidad de los programas de adquisiciones sísmica. De acuerdo a la disponibilidad de recursos por parte del operador, se destina un monto aproximado al 1% del valor total del proyecto para actividades de inversión social para las veredas pertenecientes al área de influencia directa. Esta inversión social debe ser acordada con las comunidades mediante un diagnóstico previo de sus principales necesidades que se encuentren dentro de la Estrategia de Entorno de Ecopetrol, esto debido a acuerdos que se realizaron en programas sísmicos donde el contratista en nombre de Ecopetrol se comprometió a ejecutar obras que presentaron dificultades y no pudieron ser entregadas con calidad para el disfrute de las comunidades como por ejemplo placa huellas, mejoramientos de salones comunales y otros tipos de obras civiles.

2.7.3 Información a los trabajadores a vincular en áreas de operación acerca de beneficios convencionales y legales, con el objetivo de evitar altas expectativas salariales. Es fundamental que en etapas pre contractuales y previas al inicio de las actividades de operación, se haga la respectiva divulgación de información de aspectos laborales a la comunidad, con el acompañamiento de autoridades locales, ministerio del trabajo, la Unión Sindical Obrera (uno de los principales sindicatos de los trabajadores de la industria petrolera) y los organismos que sean requeridos se expliquen muy bien las tablas salariales y los beneficios legales y convencionales que tienen las actividades contratadas por Ecopetrol (Ver anexo Guía de Aspectos y Condiciones Laborales en Actividades Contratadas por Ecopetrol), esto evitara desconocimiento y alteraciones

a las actividades en la ejecución por parte de los trabajadores y la comunidad, situación que se ha presentado en ocasiones anteriores.

2.7.4 Importancia de capacitar a todas las personas involucradas en el proyecto en alcance y complejidad de un programa sísmico. Esta lección aprendida se enfoca principalmente en funcionarios de Ecopetrol encargados del seguimiento y la gestión en la ejecución de los programas sísmicos. Al ser una compañía de gran tamaño, son varias las áreas involucradas (social, ambiental, laboral, seguridad física, HSE, gestión inmobiliaria, abastecimiento, entre otras) en soportar esta gestión y en ocasiones se pueden presentar acumulación de trabajos que impliquen re distribuciones de personal que requieren estar completamente capacitados en este tipo de actividades complejas y particulares.

2.7.5 Importancia de la divulgación con autoridades, entes de control internos y externos de la complejidad de la actividad sísmica en Colombia. En etapas pre contractuales, recobra gran importancia también el capacitar en conceptos básicos y especializados a distintas autoridades y entidades locales y regionales que se involucran dentro de la ejecución de un programa sísmico, como por ejemplo: alcaldías, secretarías soporte a los gobiernos locales, autoridades ambientales, entidades de derechos humanos, juntas de acción comunal y las que se consideren necesarias según las condiciones y características de cada proyecto.

Existen diversos elementos que producto de cada proyecto realizado proporcionan nuevas ideas, estrategias, opciones y condiciones para asegurar la ejecución de un programa sísmico, una correcta planeación e identificación de variables previo al inicio de un proceso de selección ayudan

a garantizar la escogencia de un contratista idóneo y comprometido con una ejecución optima y responsable de datos sísmicos.

3. Exploración Sísmica Terrestre Por Parte De Otros Operadores En Los Últimos 5 Años En Colombia

Una vez presentada una visión general de en qué consiste la adquisición sísmica terrestre, y en el segundo capítulo exponer la relación de la adquisición sísmica terrestre en Colombia con la realizada por Ecopetrol, se hace imperioso mostrar qué otros operadores han realizado sísmica en estos últimos años y cuáles son los apartes que evidencian cómo se ha estructurado la contratación de este servicio por parte de distintas compañías, y de igual manera entender, cuáles podrían ser los aportes más significativos que ha dejado la ejecución de programas sísmicos en el territorio colombiano, y las lesiones aprendidas.

3.1 Elementos que afectan el normal desarrollo del mercado de adquisición sísmica en Colombia.

Antes de conocer acerca de las principales lecciones aprendidas de tres operadores que incluso recientemente se encuentran ejecutando actividades de adquisición sísmica terrestre en Colombia, se hace necesario resumir y definir algunos aspectos que afectan el normal desarrollo de la sísmica

los cuales han sido detectados en un documento que fue seleccionado por el comité técnico de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Petróleos (ACIPET) para ser presentado en el congreso Colombiano del Petróleo en la ciudad de Bogotá hace unos pocos años el cual se denomina LOS DOLORES DE LA SISMICA: Una visión retrospectiva integral, que permitirá entender el problema principal del presente trabajo de grado: cuales son los elementos que han impedido la realización de actividad sísmica en mayor proporción en Colombia en los últimos cinco años.

A continuación se extraerán elementos del artículo mencionado que resumen cuales son los principales dolores de la sísmica, que están completamente relacionados a los análisis que se han presentado hasta el momento en este trabajo de grado:

- “al amparo de la cortina de la conflictividad ambiental se conformaron carteles que obtenían beneficios económicos a través de la intermediación ilegal por la contratación de personal y la compra de bienes y servicio” (Checa Jimenez, 2018)

Este aparte hace referencia inicialmente a que la conflictividad ambiental que ha tenido la sísmica terrestre hace unos años ha exigido que en temas regulatorios ambientales en Colombia se esté continuamente evolucionando y creando normativas y estándares que deben cumplirse para garantizar una operación respetuosa del medio ambiente, este control está siendo ejecutado principalmente por las autoridades ambientales como las corporaciones en las regiones. Adicional a esos debates ambientales que se han realizado acerca del impacto de la adquisición, se suman los problemas de carácter social donde algunas personas han aprovechado para realizar prácticas ilícitas y obtener beneficios particulares en los contratos de adquisición sísmica por gozar de cierto reconocimiento social en las zonas de operación.

- En temas de costos de operación sísmica una mala planeación operativa resultara inevitablemente en un desfase entre los costos esperados y los reales que puede llevar a situaciones de conflicto entre operador y contratista que de no resolverse prontamente pueden derivar en la ocurrencia de situaciones que afecten gravemente el desarrollo del proyecto (Checa Jimenez, 2018).
- En temas de costos de soporte operacional “Dependiendo de las características particulares del área de influencia del proyecto estos costos pueden variar significativamente y su dimensionamiento cuidadoso y temprano es de gran importancia a la hora de definir un presupuesto” (Checa Jimenez, 2018).

Estos últimos 2 apartes son muy importantes para tener en cuenta y se relaciona con lo expuesto en los capítulos anteriores donde se resalta la importancia de una correcta planeación previa ojala conjunta entre operador y compañía de servicios para poder asegurar que las estimaciones sean acordes a lo que puede presentarse durante la ejecución.

- La eventual incapacidad del contratista de contar con el flujo de caja necesario, independientemente de las razones por las que ello pudo ocurrir, pone en riesgo la ejecución del proyecto y se refleja de inmediato en el incumplimiento de obligaciones en el campo (Checa Jimenez, 2018).

Aspecto determinante, por eso se ha mencionado la importancia de un control estricto a las compañías de servicios, y de igual maneras estas compañías deben contar con un musculo financiero que soporte la ejecución de los proyectos que en la mayoría de los casos son de

grandes sumas de dinero que para que sean pagadas por parte del operador pueden tardarse entre 30 y 60 días posterior a su causación.

- La gran pérdida ocasionada por retrasos en los proyectos (asociadas casi siempre con conflictividad socio-ambiental) y el ingreso de más empresas impulsaron una competencia feroz por precios buscando apenas mantener flujo de caja para cubrir el pago de intereses y fueron llevando contra las cuerdas a las empresas de sísmica (Checa Jimenez, 2018).

Una gran expectativa existió en el año 2010 por parte de las empresas de adquisición sísmica en Colombia, y se endeudaron sobre manera para entrar en este mercado, pero, no contaban con la caída de la actividad por la baja del precio del barril lo que debilitó las inversiones exploratorias por parte de los operadores y provocó las pérdidas en las compañías de servicios que no supieron como solventar la situación.

Estos apartes resumen, pero no se limitan a los elementos que han afectado el desarrollo de la actividad sísmica terrestre en Colombia en los últimos años. Una vez conocidos los mismos, en el capítulo siguiente se propondrán elementos e indicadores idóneos que deben tener y asegurar los contratos de adquisición sísmica terrestre en Colombia para garantizar con una mayor efectividad la ejecución de todas las actividades y por ende al adquirir información sísmica, contribuir a la actividad exploratoria que alimente la generación de nuevos prospectos y así, pretender un incremento en las reservas petroleras de este país.

Evidentemente hay compañías operadoras que han adquirido un mayor número de kilómetros de información sísmica en Colombia en los últimos años como por ejemplo Hocol, Gran Tierra, y Parex, entre otros según información adquirida en el portal de la ANH (ANH, 2020).

3.2 Sísmica Adquirida En Colombia Por Parte De Otros Operadores

Se precisa en este acápite que para el análisis del propósito de este trabajo de grado se tiene en cuenta la adquisición realizada por otros operadores, pero no se tiene en cálculo los kilómetros adquiridos por Ecopetrol, ya que esta información fue expuesta en el capítulo anterior. De igual manera los datos analizados corresponden a sísmica netamente exploratoria a lo largo de todo el trabajo de grado.

3.2.1 Sísmica Adquirida en el año 2014. En la siguiente tabla se muestran los programas sísmicos contratados por otros operadores. El año 2014 fue realmente el último año en donde más sísmica se ha adquirido teniendo en cuenta la crisis del precio del barril del año 2015 que afectó en gran manera las inversiones exploratorias a nivel mundial. La compañía GRAN TIERRA, adquirió cerca del 40% del total de la sísmica ofertada en ese año. Al consultar acerca del éxito que puede generar adquirir cerca de 1400 kilómetros en un mismo año en un entorno tan complejo como el de Colombia, se pudo encontrar que adicional al cumplimiento de las obligaciones contractuales, y al compromiso en fortalecer sus equipos técnicos para el avance de las actividades en la ejecución de la sísmica, el compromiso más grande es la responsabilidad social de la compañía con las comunidades donde realiza sus proyectos. Evidencia de esto se puede resumir en los siguientes programas que ha adelantado desde hace algunos años en distintas zonas:

Tabla 3. Resumen actividades de ejecución sísmica

AÑO	TIPO DE SÍSMICA	OPERADOR	CONTRATO	KM ADQ	% ADQ
2014	2D	GRAN TIERRA	CAUCA-07	220	6%
	2D	ALANGE ENERGY CORP	COR-33	33,92	1%
	2D	TECPETROL	CPO-13	34,1	1%
	2D	META PETROLEUM	CPO-14	68	2%
	2D	GRAN TIERRA	SINU-01	480	13%
	2D	GRAN TIERRA	SINU-03	488	14%
2014	3D	TECPETROL	CPO-13	168,3	5%
	3D	TABASCO OIL COMPANY	JAGUEYES 3432-B	54,4	2%
	3D	TELPICO	LLA-42	329,6	9%
	3D	INTEROIL	LLA-47	560	16%
	3D	GEO TECHNOLOGY	LLA-71	108,8	3%
	3D	GRAN TIERRA	PUT-01	203,2	6%
	3D	HOCOL	VIM-8	304	8%
	3D	ALANGE ENERGY GROUP	VMM-11	192	5%
	3D	MONTAJES J.M	VMM-18	96	3%
	3D	TELPICO	VSM-22	253,76	7%
	Total km sísmica 2d				1324,0

Total km sísmica 3d	2270,1
Total km sísmica equivalente adquirida	3594,1

Al tratar de conocer y documentar las lecciones aprendidas de los modelos de contratación de las otras empresas lo que se quiere dentro de este trabajo de grado es examinar las diferentes medidas que se toman para contratar este tipo de servicio en compañías operadoras desemejantes a Ecopetrol, que ha tenido inconvenientes para adquirir sísmica en los últimos años.

Se hace beneficioso conocer cómo contratan ese servicio estas operadoras, qué características buscan en las compañías que han estado contratando, qué dificultades han tenido y cuáles han sido sus mejores prácticas para lograr adquirir la información objetivo.

En este capítulo de igual manera por temas de confidencialidad no se revelan los nombres de las compañías y por ende las denominaremos Operador 01, Operador 02 Y Operador 03.

Si bien se quiso seguir un orden y una estructura para obtener la información y poderla comparar con mayor facilidad, no todas las empresas proporcionaron toda la información solicitada pero de seguro se aportara a identificar elementos clave que definan oportunidades en materia de contratación de programas de adquisición sísmica a futuro.

3.3 Lecciones aprendidas de otros operadores en programas de adquisición sísmica terrestre en Colombia en los últimos años.

A continuación, se presenta la información de 3 operadores que indicaron algunos aspectos de sus modelos contractuales y lecciones aprendidas según la experiencia que han tenido en los últimos años en programas de adquisición sísmica.

3.3.1 Operador 01. Según información obtenida para esta compañía su estrategia se centra en pilares que están relacionados con el aspecto de viabilidad: Relacionamiento con Autoridad Ambiental, relacionamiento social con comunidades y en temas de modelos contractuales, la creación de vehículos comerciales desde etapas tempranas caracterizados por la confianza entre operador y compañía de servicios.

3.3.1.1 *Relacionamiento con Autoridad Ambiental.* Dentro de este aspecto y teniendo en cuenta que es fundamental para la viabilidad de cualquier proyecto de adquisición sísmica, esta compañía considera que es necesario construir convenios con las Corporaciones Autónomas Regionales que permitan construir y desarrollar un interés común en los territorios con un impacto socio-ambiental que conlleve a la resolución de problemas y generación de desarrollo en las zonas de interés. El enfoque de este aspecto se centra en los siguientes elementos:

- La gestión ante las corporaciones las realizan constantemente por medio de funcionarios directos y outsourcing.
- Los convenios que han realizado con las corporaciones se centran en 3 aspectos clave: Acceso al agua, áreas protegidas, conservación de bosques y protección al recurso hídrico.
- Proyectos de donde provienen los recursos para soportar estos convenios.
- Las Medidas de Manejo Ambiental (MMA) se presentan ante las corporaciones en varios estados de desarrollo. Cuando se radica el documento final, la entidad ya conoce todos los

detalles y esto agiliza el proceso de aprobación. Esto es un proceso de construcción en conjunto entre el operador y funcionarios de la corporación.

- En cuanto a las mediciones de Hidrogeología, la etapa inicial (antes del registro sísmico) se realiza desde la ejecución de las Medidas de Manejo Ambiental.
- Se Evita en lo posible tener que pedir permisos de captación. En ese caso se analizan fuentes alternativas (vibros, perforación con aire).
- Para la interacción con las corporaciones, se asigna una persona que lidera la compañía en este relacionamiento, pero que a su vez se acompaña de los profesionales del proyecto que se requieran en cada momento. Esto con el objetivo que siempre se tenga un equipo dispuesto a asistir a la corporación en todos los trámites que sean necesarios.

3.3.1.2 Relacionamento con comunidades y autoridades locales. Otro de los aspectos que este operador considera fundamental es el relacionamiento con las comunidades y autoridades locales teniendo en cuenta el siguiente enfoque:

- Hacer presencia temprana en las áreas (sin necesidad que esté relacionado directamente a un proyecto). Es decir sin que este asociado a un proyecto, hay áreas de interés que es posible abordarlas, conocerlas, realizar pequeños acercamientos para conocer a las comunidades de varios lugares y conocer acerca de sus experiencias en asuntos petroleros realizados anteriormente y por otra parte ir conociendo acerca de sus necesidades.
- Capacitación a las personas, cada vez que hay un proyecto sísmico en un área llevan personal de las comunidades para que conozcan detalles de la operación, y puedan presenciar

realmente cómo se ejecuta la actividad sísmica. Esto con el objetivo de eliminar mitos, de que conozcan directamente cómo se ejecuta la adquisición en sus distintas etapas.

- En alguno de los proyectos realizados, se programaron visitas de las comunidades Wayúu a las oficinas del operador en Bogotá, para tener un conocimiento de primera mano, de las necesidades de la región, y que ellos a su vez conocieran las personas involucradas en los proyectos. Esto generó confianza entre ambas partes.
- Permanecen en las áreas mucho tiempo después de terminar los proyectos. Es necesario emitir un mensaje a la comunidad de tranquilidad y de respaldo social. Es importante que las comunidades comprendan el compromiso adquirido entre el operador y las mismas, más no solo de la compañía de servicios que realiza las actividades.
- Los montos destinados para inversión social son los establecidos en los contratos de la ANH (1%).
- La inversión social se realiza en tres anillos: primero el área de influencia directa (AID), luego municipio, y por último si se puede, a nivel departamental.
- El operador menciona un caso de una consulta previa que logró realizar en tres meses. Esto se debió al trabajo anticipado de profesionales en la zona lo cual evidencia que es posible a pesar de la desinformación que pueda existir acerca de la adquisición sísmica, capacitar a la comunidad y a las autoridades en la necesidad de realización de este tipo de estudios.
- Se ha utilizado el esquema de control social, donde la misma comunidad se encarga de defender los proyectos ante los detractores que aparecen en las reuniones de socialización. Esto se debe al trabajo de capacitación y educación que se maneja.

3.3.1.3 Temas contractuales. De acuerdo a la información recibida por el operador se pueden detallar dos aspectos llamativos en sus análisis y decisiones contractuales: creación de relaciones contractuales a largo plazo basadas en la confianza y trabajo en equipo y, la realización de la planeación contractual en conjunto con la compañía de servicios.

Las ventajas de construir relaciones contractuales a largo plazo se centran en el beneficio mutuo a obtener, teniendo en cuenta que se requiere de gran inversión y gran músculo financiero para ejecutar este tipo de actividades, por tanto crear vehículos comerciales a largo plazo con una compañía ha permitido con evidencias en programas ya ejecutados un mayor compromiso e interés en la ejecución de las tareas contratadas y acordadas. Se ahorra no solo tiempo sino dinero también puesto que con una buena gestión empresarial por parte de ambas compañías, se proyectan trabajos por largo tiempo y así la sostenibilidad de las empresas, lo cual permite tener mejores acuerdos con proveedores de servicios, con proveedores de equipos que aporten no solo buenos precios y disponibilidad sino equipos de altas tecnologías que faciliten la realización de los trabajos y unos resultados mucho más óptimos, lo cual es beneficio no solo para la compañía que presta los servicios sino también para el operador.

Teniendo un vehículo comercial por lo menos a 3 años con una compañía de servicios, en donde previamente se realizó un cuidadoso análisis de mercado y un proceso de contratación complejo, donde se analiza información técnica, financiera, relacionamiento con stakeholders, indicadores HSE y compromisos de las empresas con temas de desarrollo social, entre otros aspectos, permite que se identifique una compañía con cualidades y características sobresalientes en distintos aspectos pero sobre todo, permite la creación de una relación comercial basada en la confianza y

en la necesidad de lograr unos objetivos propuestos. Teniendo una relación de este tipo, dentro de las obligaciones contractuales se incluye el inicio de tareas y actividades desde la planeación, donde operador y compañía de servicios crean las particularidades de cada proyecto de manera conjunta, lo cual es el principal motor de la obtención de los objetivos y metas en cada programa sísmico. Es decir, conjuntamente se crean los ítems contractuales de acuerdo a los scouting realizados en cada zona; se analiza el entorno en general previo a la decisión de indicar una ejecución sísmica donde hay unas condiciones mínimas que se deben tener, o en determinado caso, conjuntamente se define que no es viable continuar con las acciones que permitan desarrollar actividades sísmicas en determinada zona.

Este trabajo previo durante la planeación contractual por supuesto que incluye sus tarifas a cobrar por parte de la compañía de servicios, pero asegura una ejecución con precios y condiciones analizadas y acordadas entre las 2 partes, promoviendo la transparencia en la planeación y ejecución de las actividades.

3.3.2 Operador 02. El siguiente operador basa su experiencia en programas de adquisición sísmica y sus lecciones aprendidas en cinco aspectos principales: Modelo contractual, Operaciones, forma de pago con el contratista, Gestión Inmobiliaria y Gestión Social. Los cuáles serán expuestos a continuación:

3.3.2.1 Modelo contractual estratégico. Este operador desarrolla su estrategia contractual mediante contratos marco con vigencias de 2 años, donde previamente se acuerdan unas tarifas de

unos ítems activando contratos u órdenes de servicios derivadas de los contratos marco con compañías de sísmica en corto tiempo de gestión, aproximadamente entre 15 días y un mes para que puedan estar disponibles atendiendo proyectos según la zona determinada.

Actualmente se tienen firmados contratos marco con tres compañías, y para seleccionar la compañía idónea para cada orden de servicio, no se enfocan exclusivamente en la tarifa como un criterio, dándole relevancia también a aspectos técnicos, de disponibilidad y experiencia en la zona a abordar.

Este operador considera que no han tenido buenas experiencias en contrataciones con compañías de bajos costos, teniendo en cuenta que por sus bajas tarifas, manejan bajos salarios y esto se convierte automáticamente en un riesgo muy alto por temas de entornos en las zonas complejas en Colombia.

3.3.2.2 Operaciones. Este operador en sus contratos, maneja una fase pre-operativa en la cual le solicita al contratista la realización de actividades de socialización y gestión de permisos prediales. Esta etapa tiene una duración aproximada de tres meses y no se da inicio a una fase operativa (principales actividades de la adquisición sísmica, Topografía, Perforación, Registro) hasta tanto no se tenga asegurado como mínimo el 70% de los ingresos a los predios y socializaciones con estas comunidades del área de influencia directa.

El operador asegura su operación soportado en un contratista que realiza la debida interventoría en todas las áreas transversales y técnicas durante la ejecución de actividades.

Una de las obligaciones contractuales que tiene la compañía de servicios es la verificación de los antecedentes de todas y cada una de las personas a contratar.

Por otra parte en sus contratos establecen un 10% de contingencia en cada proyecto sísmico.

Dentro del presupuesto del proyecto se incluyen costos para arreglo y mantenimiento de vías, lo cual facilita el ingreso a las veredas en zonas complejas en cuestión de movilidad y contribuye a un buen relacionamiento con los presidentes de las Juntas de Acción Comunal.

3.3.2.3 Forma de Pago. Este factor fundamental para la ejecución de un programa sísmico, este operador lo determina de la siguiente forma: 50% -50% para el ítem de movilización al iniciar la fase operativa y 50%-50% contra la compra del material explosivo. Es decir, una vez se llegue a este porcentaje de realización el operador paga al contratista y al finalizar o completar el 100%, este paga el valor restante.

El contratista mensualmente debe presentar su factura de avance de actividades operativas, lo cual previa revisión se realizan los pagos la mayoría de las veces a 30 días.

En el tema de desmovilización ya en la etapa final del proyecto, el operador realiza los pagos contra paz y salvos en la zona. Lo cual tiene sentido teniendo en cuenta que se vela por el avance en las actividades esenciales para la continuidad y finalización oportuna de la operación.

3.3.2.4 Gestión Inmobiliaria. En temas inmobiliarios, los cuales cobran gran importancia en la ejecución al tratarse del trámite de los permisos y la gestión de predios para viabilizar la adquisición, este operador soporta al contratista en el manejo de esta actividad. Dispone de un equipo de apoyo que consta de profesionales en temas laborales, gestión de tierras, manejo de

entorno social y abogados para realizar una correcta revisión de los contratos y los paz y salvos que deben quedar producto de esta gestión.

En temas de pagos por permisos inmobiliarios, este operador provee un rango de precios al contratista para que el contratista tenga una base y refuerce su negociación con los propietarios. En caso de tener dificultades en la negociación con los propietarios, se busca establecer una negociación global, donde se puedan contratar más servicios en el predio y así ofrecer un mejor beneficio para el propietario.

3.3.2.5 Gestión Social. La gestión del entorno en materia social requiere de una estrategia adecuada y que sepa resolver situaciones de último momento que conlleven a la viabilidad de la adquisición, esto basado en la experiencia de las compañías prestadoras de este servicio en los últimos años, donde los temas sociales recobraron gran importancia. El Operador 02 en temas de gestión social tiene una regla inicial para la compañía de servicios la cual es verificar los antecedentes de las personas a contratar en todas las fases de la ejecución. Previo a la contratación se debe, de carácter obligatorio, informar a cada una de las personas los salarios a devengar; si están de acuerdo se procederá a firmar la aceptación del mismo, esto ha permitido mitigar muchos riesgos en temas sociales.

En temas de vinculación de personal también se involucran autoridades como el Ministerio del Trabajo y Secretaria de Desarrollo Económico y Social de los municipios localizados en las zonas a intervenir con el objetivo de evitar riesgos sociales posteriores y de tener claridad en condiciones laborales desde el inicio con los trabajadores.

Durante las etapas de planeación contractual, el operador realiza sondeos de disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada con el objetivo de conocer las zonas de influencia en este aspecto, es necesario validar la veracidad del personal calificado para evitar situaciones que alteren el normal desempeño de actividades en las ejecuciones.

Factor fundamental de éxito para este operador ha sido contemplar un adecuado plan de entrenamiento y capacitación con personal de la comunidad, donde la transmisión de conocimiento sea constante y genere beneficios a las localidades.

Se ha logrado entender que disponer de recursos para arreglos y mantenimientos de vías de manera oportuna, es fundamental para mantener buenas relaciones sociales en las áreas de influencia. Como inversión social se han enfocado en temas de mejoramiento de acueductos y perforación de pozos profundos para proporcionar agua a las comunidades de las zonas donde se realizan los trabajos; esto ha sido un factor de éxito que ha beneficiado a las compañías de servicios, al operador pero sobre todo a la comunidad.

Este operador considera fundamental realizar durante la fase de planeación, un detallado análisis de actores influyentes en cada una de las zonas donde se estiman realizar trabajos de adquisición sísmica.

Para temas de contratación de bienes y servicios, el enfoque de la gestión social por parte del operador se centra el correcto relacionamiento con autoridades locales, regionales e incluso nacionales como la Superintendencia de Industria y Comercio para asegurar y dejar reglas claras en los procesos contractuales de bienes y servicios y adicionalmente establecen normas con requisitos mínimos de registro ante Cámaras de Comercio de las zonas de influencia con el objetivo

de mitigar riesgos y blindar posibles reclamaciones futuras con paros o demás acciones por parte de las empresas y la comunidad.

3.3.3 Operador 03. Para el tercer operador, de acuerdo a sus lecciones aprendidas en temas de adquisición sísmica se enfocan en 4 aspectos fundamentales: modelo estratégico contractual, gestión inmobiliaria, garantía de no afectación del recurso hídrico y control oportuno.

3.3.3.1 Modelo Estratégico contractual. El Operador 03 considera que es necesario para viabilizar ejecución de adquisición sísmica en temas contractuales, adquirir relaciones comerciales por lo menos a 3 años con una misma compañía de servicios. Esto con el fin de fortalecer y hacer atractivo para la compañía de servicios enfocarse en lograr ciertos objetivos previamente establecidos y se comprometa a lograrlos en conjunto. El operador diseña su actividad sísmica por paquetes según su estrategia exploratoria, y empieza a trabajar conjuntamente con la compañía de servicios en un cronograma de ejecución para distintos años en distintos bloques analizando la oportunidad en los mismos en aspectos sociales, económicos, climatológicos, y demás. La ejecución se programa para ser realizada por fases: Pre Operativa y la Fase Operativa, la cual se activa por determinación netamente gerencial por parte del operador después de analizar aspectos particulares (ubicación, aspectos técnicos, económicos, etc.) de cada programa sísmico y si es conveniente o no para el cumplimiento de su propósito exploratorio.

Por otra parte el operador contrata mediante vehículo comercial a largo plazo, el servicio de interventoría para el correcto seguimiento a la ejecución de los programas sísmicos en cada una de las especialidades.

Un aspecto fundamental alineado a la estrategia contractual del operador, consiste en educar en una etapa muy temprana a las comunidades de las zonas de influencia de los proyectos sísmicos en temas precisamente del desglose de la actividad sísmica. Esta actividad es realizada conjuntamente con la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE GEÓLOGOS Y GEOFÍSICOS DEL PETRÓLEO (ACGGP), y ha permitido mitigar el gran riesgo de la desinformación y contrario a esto, lo que permite su realización es capacitar y fomentar el conocimiento para las personas que pertenecen a las comunidades en temas de sísmica.

3.3.3.2 Gestión inmobiliaria. Cada programa sísmico tiene sus particularidades, y en este aspecto de gestión inmobiliaria el operador considera que debe evaluar previamente para poder determinar si la gestión inmobiliaria va a ser desarrollada por la compañía de servicios de sísmica o directamente por personal contratado por parte del operador.

En todos los casos, es el operador quien siempre realiza el proceso de demandas, es decir, cuando por decisión estratégica se decide que la compañía de servicios ejecutará la gestión inmobiliaria (siguiendo los lineamientos del operador) esta gestión abarca desde la fase inicial, realizando la identificación de los predios, el análisis de listas restrictivas pero, en caso de negociación fallida con los propietarios, es el operador quien asume la gestión y termina el proceso mediante un equipo de abogados especializados en gestión de tierras. Existen casos particulares donde el operador de encarga de la totalidad de la gestión inmobiliaria y no es la compañía de servicios quien realice ninguna de las fases de la gestión inmobiliaria.

3.3.3.3 Garantía de no afectación del recurso hídrico. Esta lección aprendida derivó una actividad que se convirtió esencial en los programas sísmicos donde aplique la realización análisis y monitoreo hidrogeológico en etapas pre y posteriores a la adquisición sísmica. Esta actividad permite que se certifique a las comunidades y autoridades locales que no existen afectaciones a las fuentes hídricas de las zonas utilizadas para adquirir la información sísmica. Esta práctica mitiga riesgos sociales y ambientales y de igual manera comprueba que se realizan actividades con prácticas seguras que no atenten ni vulneren a las comunidades de las áreas de influencia directa de los proyectos.

3.3.3.4 Control y seguimiento oportuno. Para el Operador 03, una lección aprendida en este enfoque es realizar de manera sistemática controles mediante auditorias en las distintas especialidades al contratista, principalmente en temas administrativos, puesto que la interventoría al estar contratada para cada proyecto debe también contribuir al control en las otras especialidades (social, técnico, inmobiliario, ambiental, etc). En los aspectos administrativos se controlan pagos a trabajadores, a proveedores, gestiones administrativas que debe realizar el contratista de manera oportuna y que el operador debe asegurar que las esté realizando para que no afecten el normal desarrollo de la ejecución. De acuerdo al tamaño de cada proyecto, el operador determina si es necesario contratar personal adicional que soporte la realización de estos controles, pero, lo que sí es netamente claro es que se debe hacer con un estricto seguimiento a la periodicidad (mes a mes).

La forma de pago se realiza principalmente por kilómetro lineal (sísmica 2D) o kilómetro cuadrado (sísmica 3D), el control oportuno rige en que cada acta de cantidades según el avance en cada una de las fases, debe ser correctamente validada por el operador y por la interventoría; esto

aplica hasta el 80% del pago total, puesto que el 20% final se paga únicamente contra entregables finales, paz y salvos y cierre total de cada programa sísmico.

De manera general de este capítulo, se puede concluir la existencia de un común denominador para todas las compañías operadoras en la manejo comprometido por la preservación y conservación de los recursos hídricos, la fauna y flora en las zonas a desarrollar la sísmica, de manera que se garantice el cumplimiento del MMA que otorgan las Corporaciones Ambientales Regionales, teniendo en cuenta que la actividad sísmica no requiere licencia ambiental.

De igual manera el denominador se expresa para la gestión inmobiliaria que es común para todas las empresas, comoquiera que por la extensión de las zonas intervenidas necesariamente van a encontrar que la actividad sísmica en cualquier momento va a perturbar predios de propiedad privada o comunales con los que tienen que buscar soluciones razonadas con esos propietarios en litigios.

También le es común el manejo con las culturas y costumbres de las comunidades en cada lugar donde se realiza sísmica, considerando que buena parte de ellas son rurales y varias han venido aprendiendo como canalizar beneficios para el mejoramiento de las condiciones de vida de sus comunidades, aquí el mejor método para aplicar el de un gana-gana con resultados favorables para las partes.

4. Indicadores idóneos para monitorear el correcto desarrollo contractual de los proyectos de adquisición sísmica terrestre en Ecopetrol S.A.

Al momento de estructurar el presente trabajo de grado el objetivo principal fue analizar una problemática evidente en la industria petrolera, más específicamente en temas exploratorios, teniendo en cuenta las dificultades alrededor de la ejecución de programas de adquisición sísmica debido a las razones que se han tratado y expuesto en los capítulos anteriores.

Este capítulo pretende principalmente, destacar la importancia que tienen algunos indicadores básicos en la ejecución de un programa de adquisición sísmica terrestre en Colombia, posterior al análisis de las principales dificultades que se han podido evidenciar en la recolección de información con compañías operadoras y algunas compañías de servicios que fueron objeto de consulta para la elaboración de este trabajo de grado.

Se requiere de carácter urgente, fortalecer el portafolio energético de Colombia y reponer las reservas que han sido consumidas en los últimos años; para esto se propone incrementar los programas de adquisición sísmica en zonas prospectivas en el país y para ello se requiere contar con un modelo de contratación que reúna las características necesarias que aseguren una correcta ejecución, sobrellevando las diferentes situaciones que se puedan presentar dentro de la misma que sobre todo, permita obtener información sísmica y así continuar el proceso exploratorio en la búsqueda de mejores oportunidades y posibilidades de contar con recursos contingentes que se sumen al incremento de reservas.

Para poder proponer indicadores idóneos, es posible presentar cientos de indicadores, sin embargo, cumpliendo con el propósito académico de este trabajo, se indican 3 aspectos

fundamentales que es donde se centran las principales dificultades para ejecutar programas de adquisición sísmica terrestre según lo evidenciado en los capítulos anteriores y es por esta vía que se desea orientar el monitoreo y control oportuno. Estos aspectos principales son: Entorno, Técnico y Financiero – Administrativo.

Todos estos 3 aspectos son muy importantes, se entiende que dentro de estos se han podido encontrar las principales dificultades que se han obtenido en los últimos años durante la ejecución de otros programas sísmicos y es por esto que se desea proponer algunos indicadores clave que como mínimo deben ser tenidos en cuenta en la creación de un modelo idóneo de contratación.

4.1 Entorno

En el aspecto de entorno, su definición según la RAE es el Conjunto de características que definen el lugar y la forma de ejecución de una aplicación, tal y como lo indica son aquellos aspectos que rodean un elemento y/o una ocurrencia, en este caso la ocurrencia o el elemento es la adquisición sísmica y es todo lo que rodea esta ejecución, aspectos socioeconómicos, ambientales, de seguridad, entre otros que podrían afectar la eventualidad en un programa de adquisición sísmica.

Controlando el entorno se podría decir que se mitigan situaciones que afectarían el normal desarrollo de la ejecución. Dentro del entorno como se mencionó anteriormente se encuentran 2 particularidades muy importantes: la gestión social y ambiental.

4.1.1 Gestión Social. Dentro de la gestión social principalmente se recomienda enfocar la gestión para prevenir dificultades con las comunidades en temas de mano de obra y contratación de bienes y servicios.

El operador debe desde el inicio indicar a su contratista la existencia de los riesgos que se han detectado previamente en todos los ámbitos, pero en este caso en alertas sociales, entre esos podrían estar bloqueos por inconformidades laborales de la comunidad y adicionalmente debe asegurar que el contratista entre en contacto directo con quienes están encargados de controlar el servicio público de empleo; alertar la posibilidad de la llegada de personas que no pertenecen a la región, a ocupar las plazas que deben ser necesariamente entregadas a personas de la región. La idea se centra en poder apostarle a contribuir al desarrollo social del área de influencia como primer objetivo y en caso de no contar con esta posibilidad evaluar la pertinencia de permitir personas foráneas ocupando las plazas de los trabajadores locales.

Por otra parte el otro aspecto fundamental se concentra en la evaluación de los bienes y servicios que ofrece la localidad. Es necesario que el operador facilite y promueva con oportunidad, el conocimiento de la oferta de bienes y servicios disponibles según los requerimientos del proyecto para que en caso de considerarse dentro de condiciones de mercado, estos puedan ser contratados para el proyecto y de igual manera beneficien y contribuyan a la comunidad local. Esta actividad se recomienda que pueda ser consensuada con autoridades comerciales locales, como por ejemplo cámaras de comercio, las secretarías de desarrollo económico de las alcaldías, etc. con el fin de realmente conocer información veraz, promover la legalidad de las empresas y procurar condiciones de mercado que se ajusten a los precios reales y oferta de bienes y servicios de calidad.

Se reitera que pueden existir muchos indicadores que controlen la ejecución en distintos ámbitos pero que el objetivo y alcance de este trabajo es enfocar los principales que se recomiendan y

proponen como indicador de monitoreo y seguimiento en distintos, que como mínimo deberían ser tenidos en cuenta durante la ejecución de un programa sísmico en Colombia.

Para el caso de aspectos sociales dentro de la categoría de entorno, el indicador que se propone es:

- **Creación e implementación de un programa de responsabilidad social con las comunidades en el área de influencia directa.**

Este programa deberá incluir actividades para trabajar, gestionar, vigilar y controlar el tema de contratación de mano de obra local y adicionalmente tener en cuenta en el proyecto la utilización y/o compra de bienes y servicios locales. El seguimiento y evaluación a este indicador debe ser permanente durante la ejecución del programa sísmico, para lo cual se propone una medición semanal del mismo.

4.1.2 Gestión Ambiental. Otro de los enfoques fundamentales dentro del entorno es la gestión ambiental, la cual se concentra principalmente en el cumplimiento de las estipulaciones ambientales requeridas por las autoridades según cada región donde se realicen actividades de adquisición sísmica, sin embargo, más que una obligación se convierte en un compromiso constante del cuidado y la preservación del medio ambiente; de la flora, de la fauna y demás condiciones ambientales que se encuentren en el espacio de ejecución.

El indicador que se propone en este ámbito es:

- **Cumplimiento del plan o medidas de manejo ambiental aplicables a la zona de ejecución del programa sísmico.**

Para poder desglosar este indicador es importante conocer que por ejemplo, según la ANI, el Plan de Manejo Ambiental se define como el documento que debe elaborar e implementar el Concesionario como parte del Estudio de Impacto Ambiental, producto de una evaluación ambiental y social, el cual, entre otros requerimientos establece de manera detallada las acciones que se implementarán para prevenir, controlar, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales negativos que se causen por la ejecución de las Intervenciones y las Obras de Mantenimiento y demás actividades. Este documento incluirá los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono aplicables de acuerdo con la naturaleza del Proyecto. (Agencia Nacional de Infraestructura, 2020)

Por tanto, existe una **Guía Básica Ambiental Para Programas De Exploración Sísmica Terrestre** establecida por parte del Ministerio del Medio Ambiente, la cual se encarga como su nombre lo indica de direccionar los pasos y elementos para construir un plan de manejo ambiental exclusivo para programas de adquisición sísmica. Mediante esta guía se establecen esos lineamientos y la rigurosidad en la planeación, la construcción, ejecución, seguimiento y análisis post de la misma constituye un elemento fundamental y demasiado importante como el control de un programa sísmico. Por tanto el indicador como cumplimiento de las medidas de manejo o el plan de manejo debe ser muy juicioso y ser debidamente supervisado por parte del operador en todas las etapas ya mencionadas anteriormente.

Cumpliendo a cabalidad con ese indicador se podría decir que es un avance en el aseguramiento de una correcta ejecución de un programa de adquisición sísmica en el ámbito ambiental, claro está, son muchos más los indicadores a tener en cuenta, pero este es considerado, uno de los más importantes y que como mínimo deben existir en el control.

Referente al entorno los mencionados anteriormente son elementos imprescindibles en la definición de indicadores que soporten y controlen la ejecución sísmica terrestre en Colombia.

4.2 Técnico

Se hace necesario validar que el componente técnico no es el alcance principal de este trabajo de grado en su análisis; se considera fundamental definir y proponer dos indicadores desde el ámbito técnico que soporten el control en la ejecución de un programa de adquisición sísmica. Todas las tareas a ejecutar son muy importantes, sin embargo, el propósito final y más considerable de una adquisición es: siendo una operación segura, obtener la información sísmica deseada con un nivel alto de calidad de la misma.

Para poder lograr este objetivo, se proponen los siguientes indicadores, los cuales no deben ser los únicos pero si se considera que cobran vital importancia en el control y seguimiento contractual:

- **Variación en número de Offsets = diseño Pre Plot Vs Diseño ejecutado o Post Plot.**

El resultado a obtener en este indicador se viene a definir en el número de offsets o desplazamientos que se puedan llegar a obtener según lo diseñado previamente y lo realmente ejecutado según las circunstancias del terreno durante la adquisición.

Se entiende por Offset en sísmica como la distancia horizontal entre la fuente y el receptor (Schlumberger, 2020).

Las correcciones de estas variaciones es necesario realizarlas previo a la consolidación o apilamiento de los datos obtenidos para una información mucho más confiable del subsuelo y es

por esto que recobra tanta importancia este indicador, pues, entre menos offsets se tengan, de mejor calidad se va a obtener a información sísmica.

Por otra parte otro elemento fundamental en el ámbito técnico es la productividad, esta, traducida en las variaciones de tiempos que puedan llegarse a presentar durante la ejecución (cronograma) según las fases previamente establecidas en la planeación contractual.

Si se tiene un cronograma previamente acordado entre operador y contratista y el contratista debido a n situaciones particulares gasta más tiempo de lo acordado, es necesario, desde el comienzo, evaluar y controlar que estas demoras no sean repetitivas en cada una de las fases de ejecución del programa sísmico.

La forma de medir este indicador es la siguiente:

- **Productividad: (Número de días Planeados en cronograma en la Fase Determinada / Número de días gastados en el cumplimiento de la Fase Determinada) * 100**

Este resultado dará el porcentaje de productividad con el cual se están realizando las actividades. Se recomienda establecer métricas según la complejidad o rigurosidad de la supervisión. Esto teniendo en cuenta que un desfase mayor al 10% necesariamente debe encender una alarma que obligue a definir inmediatamente los correctivos o un plan de mejora que ajuste los tiempos a lo establecido previamente.

Podrían presentarse situaciones que alteren el normal curso de la ejecución, como por ejemplo situaciones de fuerza mayor de las cuales el proceder debe estar consignado en la minuta del contrato.

De otra manera si el desfase en tiempos es representativo mayor al 20%, la recomendación surge con la revisión particular de las situaciones que han causado este desfase de tiempos y la toma de decisiones acerca de la posibilidad de continuar o no la ejecución del programa sísmico. En todos los casos será necesario un acompañamiento por parte del operador constante.

Adicionalmente se recomienda desde la planeación, generar incentivos por aumento de productividad, siguiendo taxativamente todas las indicaciones de las especificaciones técnicas y demás anexos soportes del contrato con estricto cumplimiento, que le permitan al contratista aumentar sus esfuerzos reduciendo tiempos de ejecución pero siempre manteniendo en todos los ámbitos y niveles una operación segura y confiable.

Controlando la productividad, el avance en la ejecución de las actividades y la calidad de los datos a obtener, técnicamente se considera una propuesta mínima fundamental de los aspectos necesarios e idóneos para controlar técnicamente un programa sísmico. Podrían existir muchas variables adicionales y complementarias a las propuestas en este trabajo de grado que serían un gran soporte en la operación, sin embargo estas son las que se considera mínimamente para tener en cuenta.

4.3 Financiero – Administrativo

El seguimiento financiero y administrativo del contrato se considera una obligación extrema en términos de lograr obtener una ejecución completa de un programa sísmico. Puede aplicar para cualquier tipo de contrato, sin embargo, según el objetivo trazado en esta investigación, la sísmica requiere de un control y seguimiento a muchos aspectos financieros y administrativos, de los cuales a continuación se recomendarán dos, basado en el resultado de los análisis efectuados en

los capítulos anteriores donde se trató de entender como había sido el desempeño contractual de la sísmica adquirida y que situaciones o aspectos por mejorar dejaron, o incluso, identificando las posibles causas de programas sísmicos no pudieron ser realizados ni culminados, en algunas ocasiones.

Los dos indicadores que se proponen en este numeral son:

4.3.1 Pago oportuno a Trabajadores – Seguridad social y parafiscales. Consiste en medir el pago oportuno de las obligaciones laborales y de seguridad social y parafiscales, de cumplimiento legal y contractual en la ejecución, a través del seguimiento, validación y aseguramiento del cumplimiento de dichas obligaciones a cargo del contratista, mediante Informes, auditorias, certificaciones, etc. y de los requisitos administrativos establecidos para el pago de los avances del contrato: (Liquidación final de trabajadores y demás obligaciones aplicables dentro del contrato y la ley).

- **[No. de pagos laborales no realizados (QRL) / No. de pagos laborales mensuales a realizar (QPT)] X 100**

Se puede considerar que si durante el periodo evaluado el Contratista no tiene ningún tipo de hallazgo de incumplimiento laboral o quejas laborales desatendidas el puntaje para esta medición será 100%.

Una vez incluidos los datos, el resultado del indicador seria: Número de Quejas y Reclamaciones de trabajadores (hallazgos) (QRL) / Cumplimiento en pago mensual de obligaciones laborales con trabajadores (QPT)

Se entiende que es una obligación cumplir con todos los pagos de manera oportuna, y en caso que el contratista no los realizara, se podría generar una situación de orden público que alteraría el normal desarrollo de la adquisición sísmica.

4.3.2 Pago de Bienes y Servicios. Deberá tener como objetivo el cumplimiento en el pago de las obligaciones emanadas del contratista con terceros, que presten bienes y servicios para el cumplimiento del objeto y alcance del contrato, con oportunidad. Esto es fundamental en el seguimiento y desarrollo de proveedores locales y regionales y mitiga afectaciones de orden social con grupos de interés como la adjudicación de futuros contratos a proveedores o contratistas con incumplimientos.

Para la medición del cumplimiento del contratista evaluado, se consideran los informes de bienes y servicios que estén entregando periódicamente y que presenten desviaciones en las fecha de pago acordadas con cada uno de estos.

- **(Proveedores con incumplimiento en pagos / No. de proveedores reportados) X 100**

NOTA: Si durante el periodo evaluado el Contratista no tiene ningún tipo de hallazgo de incumplimiento en Bienes y Servicios o quejas de estos desatendidas, el puntaje para esta medición será 100%

NOTA 2: Se afectara con un 20% menos el indicador en caso de identificarse el no reporte o subcontratación de bienes y servicios sin la notificación al contratante.

El efecto de que se afecte el indicador debe ser la aplicación de las clausulas sancionatorias y afectación de desempeño como de las pólizas del contrato.

Una vez conocidos estos indicadores, los cuales se consideran fundamentales en el seguimiento a la ejecución de un programa de adquisición sísmica, se hace necesario proponer cuales deberían ser algunas de las características principales de un modelo de contratación para esta actividad exploratoria.

5. Características del modelo idóneo de contratación.

Es necesario aclarar que un modelo de contratación se entiende como el conjunto de características y condiciones que debe tener una compañía dentro de sus políticas contractuales para determinada actividad, en este caso, de la actividad sísmica.

El modelo debe responder a la forma en que se deben realizar los contratos, las particularidades que debe tener la forma de contratar bienes y servicios para lograr un objetivo.

En el desarrollo de este trabajo de grado se recomiendan los siguientes aspectos y/o condiciones para el modelo contractual de una compañía operadora que desee contratar con una compañía de servicios de adquisición sísmica terrestre en Colombia:

5.1 Planeación Contractual

Este se considera como el aspecto más importante producto del trabajo realizado en capítulos anteriores y del conocimiento profesional a la hora de hablar de la adquisición sísmica en términos contractuales.

Una correcta y oportuna planeación pre contractual implica mucha responsabilidad a la hora de construir los elementos de un contrato de esta especialidad.

Entre muchas actividades a tener en cuenta se encuentran las principales como: una correcta definición de diseño donde se desea adquirir la información, conocer muy bien el área, analizar muy bien la información primaria y secundaria que se tenga de la zona. La interacción con las partes involucradas en esta etapa es fundamental, con autoridades locales, regionales, e incluso nacionales específicamente en temas ambientales es necesaria.

Visitar la zona para poder alimentar el presupuesto con datos recientes y reales es una herramienta muy provechosa para una correcta planeación contractual.

Evaluar muy bien los riesgos de la actividad sísmica con todas sus condiciones es necesario y requiere de un análisis exhaustivo para asegurar una ejecución segura.

Esta etapa de planeación requiere de un robusto equipo interdisciplinario con profesionales que aporten desde su especialidad, elementos que soporten una planeación adecuada, como por ejemplo y entre otros los siguientes profesionales:

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| ✓ Geofísico | ✓ Social |
| ✓ Geólogo | ✓ Ambiental |
| ✓ Presupuestal - Financiero | ✓ Seguridad Física |
| ✓ Contractual del Negocio | ✓ Jurídico |
| ✓ Proyectos | ✓ HSE |

- ✓ Abastecimiento
- ✓ Comunicaciones
- ✓ Logístico
- ✓ inmobiliario

Posiblemente puedan existir muchos más roles, sin embargo estos que se plantean podrían considerarse como los mínimos necesarios que deberían contar como equipo interdisciplinario en la fase de planeación contractual para el modelo idóneo de contratación que se propone en el presente trabajo.

Por otra parte, es necesario también que durante la planeación se defina muy bien el alcance del proyecto que se desea, los kilómetros a adquirir, las especificaciones técnicas, se realicen análisis de temporadas de lluvias en la zona, las comunidades donde se deben iniciar los trabajos de información y socialización, evaluación de opciones de inversión social por parte del operador, listado de bienes y servicios a contratar en la zona, el cronograma que se desea cumplir, cuales son las autoridades con las cuales se necesitan gestionar los permisos, se obtengan las aprobaciones presupuestales necesarias, los conceptos claros que soporten el proyecto como por ejemplo conceptos laborales, tributarios, jurídicos, de riesgos y garantías, entre otros.

Teniendo como mínimo estas definiciones podría decirse que se ha desarrollado una fase de planeación contractual idónea, donde el producto de todos los análisis mencionados anteriormente sea un proceso contractual claro y sobre todo oportuno.

5.2 Definición acorde de la lista de invitados a los procesos contractuales.

Esta actividad se considera inmersa dentro de la planeación contractual, sin embargo, debido a su relevancia e importancia dentro del modelo de contratación se toma como un aparte teniendo

en cuenta las dificultades que ya se han manifestado en los capítulos anteriores que cobra vital importancia definir muy bien los participantes en los procesos contractuales para la realización de programas sísmicos, ser muy cuidadosos con la definición de la lista de invitados, pues como mínimo, estos deben tener experiencia técnica en adquisición, experiencia en Colombia sobre todo, manejo del entorno, capacidad financiera, no deben estar en listas restrictivas a nivel nacional e internacional, deben tener garantía de calidad en los programas sísmicos ya adquiridos, evaluaciones de desempeño sobresalientes, equipos y herramientas de tecnologías reconocidas y eficientes, cumplimiento de obligaciones laborales y comerciales, certificaciones de calidad e, estándares HSE reconocidos y sobresalientes, buen relacionamiento con partes involucradas dentro de la ejecución y sobre todo, precios de mercado que faciliten el proceso contractual.

Estos elementos son necesariamente fundamentales a la hora de escoger invitados para un método de elección.

5.3 Definición Del Proceso Contractual

Este aspecto debe ir necesariamente alineado con la estrategia exploratoria de la compañía operadora. Se refiere específicamente a definir cuál podría ser el mejor tipo de contrato a realizar, evaluar las zonas, evaluar la pertinencia de tener uno o varios contratos, uno o varios contratistas, la existencia de permisos ambientales, el avance de los mismos, se requiere evaluar todas las variables necesarias para poder seleccionar la mejor estrategia contractual.

Para contratar este tipo de servicios actualmente en Colombia se pueden encontrar estas opciones:

Contrato Puntual. Donde se establecen las condiciones y un número determinado de kilómetros en una zona ya definida y particularmente que ya ha cumplido todas las fases de trámites de permisos y estos se encuentran aprobados.

Contrato Marco por órdenes de Servicios o Master Service Agreement: Estos contratos con normalmente contratos de cuantía indeterminada, donde se establecen términos generales con especificaciones técnicas generales en un comienzo y a medida que se emitan ordenes de servicio se van negociando disposiciones específicas de cada trabajo. Se van consumiendo ciertas cantidades a medida que se van requiriendo órdenes de servicios. Inicialmente se establecen unas cantidades estimadas que no son de obligatorio cumplimiento, sino a medida que el operador vaya generando ordenes de trabajo o servicios.

Para el caso puntual de adquisición sísmica una vez exista la viabilidad de una zona se emiten órdenes para diagnóstico y/o fase pre operativa y de acuerdo al desarrollo de las mismas se define por parte del operador la pertinencia de dar inicio a la fase operativa, y mientras esta se encuentre en realización, el operador evalúa la pertinencia de emitir una nueva orden de servicio para una fase pre operativa en otra zona distinta y así abarcar varios proyectos o programas sísmicos que tengan dentro de su estrategia corporativa.

Esta opción disminuye tiempos de contratación y desde sus pliegos o documentos del método de elección se deben establecer obligaciones para el contratista para que soporte la evaluación de las zonas previo a dar inicio a una fase pre operativa, este análisis puede ser incluido como una orden de servicio, donde tenga sus ítems definidos desde la planeación pre contractual y sirva como diagnóstico de las zonas previo a la decisión de ingresar o no.

Es un trabajo donde las decisiones de realización de programas sísmicos las toma el operador, basado en análisis propios y algunos de ellos que pueda contratar en el diagnóstico de cada zona, de manera conjunta con el contratista.

Libros Abiertos: más conocido como Open Book Contracts, son contratos donde entre operador y contratista definen conjuntamente los costos reales de los ítems o actividades a ejecutar de manera abierta y transparente, lo que facilita la mejor estimación y planeación de las tareas que se desean realizar. En este tipo de contratos el contratista recibe un porcentaje de utilidad o beneficio. Tienen una ventaja muy importante y es que el operador se asegura un precio competitivo y facilita la planeación de tareas pues obtiene el concepto y opinión del contratista para los proyectos y la forma en que se deseen realizar según su experiencia.

En ocasiones puede ser mucho mejor realizar un contrato marco por órdenes de servicios, donde teniendo pre establecidas las fases pre operativas y operativas de distintos programas sísmicos que se deseen realizar, se podría considerar por tarifas, por practicidad e incluso por tiempo, un solo proceso competitivo donde se seleccione al contratista más idóneo con más experiencia según las áreas a utilizar que permita obtener la información sísmica.

Pueden existir zonas donde no se consideraría conveniente después de evaluar las variables mencionadas, en donde por complejidad solo sería idóneo un proceso contractual puntual, por determinado número de kilómetros en determinada zona, sin opciones de continuar realizando otros programas sísmicos.

5.4 Listado De Documentos Contractuales Claros

Un modelo de contratación debe ser particularmente claro, práctico y objetivo. Las condiciones y obligaciones deben estar correctamente expresadas en sus términos y documentos para facilitar la ejecución de actividades y para evitar mal entendidos con el contratista en fases de ejecución. Es fundamental que dentro del proceso contractual se den espacios para observaciones y/o preguntas referentes a los documentos del proceso contractual para que desde un comienzo quede claro el alcance de cada una de las partes y lo que cada quien espera como retribución, para el operador, la información sísmica con sus especificaciones y para el contratista el pago o remuneración por las actividades ejecutadas para obtener la información sísmica.

5.5 Seguimiento Y Acompañamiento Constante

Aun cuando se deleguen y se contraten las actividades por parte de un operador a un contratista en la realización de un programa sísmico, es muy importante el acompañamiento del operador en cada una de las fases de ejecución. Esto le permitirá estar al tanto de lo que sucede en la operación, adicionalmente le permitirá controlar los desfases en tiempos y dinero que se pudieran llegar a presentar, esto le permitirá estar en contacto con las partes involucradas de la zona de influencia del programa sísmico y atender las dificultades que se pudieran presentar que sean atribuibles al operador y que este en la obligación de subsanar para continuar con la favorabilidad de la ejecución sísmica.

El operador puede estar en capacidad de dar instrucciones de cambio o ajuste en los parámetros establecidos inicialmente con el objetivo de poder obtener la mejor calidad en la información, y no solo de la información sino una ejecución limpia, segura, transparente, amigable con el entorno, lo cual se convierte en la meta más importante de la adquisición.

5.6 Compromiso Con El Entorno

En el modelo de contratación debe estar perfectamente plasmado y definido el compromiso por parte del operador y lo que se espera del contratista como compromiso con el entorno, refiriéndose principalmente al cuidado y preservación del entorno ambiental, social y de seguridad en toda la operación a realizarse.

Ambiental mediante el cumplimiento de disposiciones legales ambientales, a la preservación del medio ambiente, al cuidado de todos los seres vivos antes durante y después de la operación según las implicaciones que la misma pueda tener. En el enfoque social, al relacionamiento con todas las partes involucradas de la sociedad, con comunidades, autoridades, con la fuerza laboral que participe durante la ejecución de la adquisición, etc. En temas de seguridad existen 2 enfoques, seguridad física de toda la operación, que se estimen muy bien los riesgos y su mitigación según condiciones del área de influencia y por otro lado también la seguridad en que sean definidas, establecidas y de estricto cumplimiento todas las normas HSE, formatos, directrices y demás que se deben tener en cuenta para preservar la seguridad de las personas y todos los involucrados en las operaciones.

5.7 Definición De Un Sistema De Pagos Acorde A La Necesidad

Para poder hablar del sistema de pagos y proponer su aporte al modelo idóneo de contratación es necesario precisar dos aspectos muy importantes que fueron identificados en el documento Los dolores de la sísmica: Una visión retrospectiva integral de Jaime Checa y Jimmy Rodriguez:

- “El éxito financiero de una brigada sísmica radica en su capacidad de ejecutar los trabajos en el menor tiempo posible a fin de minimizar los costos fijos” (Checa Jimenez, 2018)
- Analizar muy bien todas las variables que inciden en la ejecución del proyecto al momento de construir un presupuesto, la zona de influencia, el personal que se requiere, consultar precios reales del mercado, una adecuada planeación como se mencionó anteriormente.

Estos dos aspectos obran relevancia al momento de establecer un modelo idóneo contractual para ejecutar sísmica, puesto que debido al costo elevado de un programa sísmico promedio, lo cual puede oscilar desde USD 10.000.000 en adelante dependiendo de la complejidad y amplitud del diseño sísmico, y en estos momentos es necesario cuidar que los proponentes o participantes de un proceso de selección cuenten con la capacidad y el musculo financiero suficiente para soportar una ejecución sísmica.

Las entidades financieras, teniendo en cuenta el riesgo de la actividad sísmica, no suelen facilitar préstamos a costos razonables de cantidades de dinero que se pudieran requerir para soportar un programa sísmico. Por tanto fundamental una adecuada planeación en la estimación de costos, y de los ítems de contrato con sus respectivas cantidades y valores y adicional a ello, es necesario invitar contratistas quienes estén de acuerdo con la forma de pago del operador, por ejemplo en Ecopetrol normalmente el pago es a 30 días después de recibida la factura, información que se le hace saber oportunamente a los contratistas para que lo tengan en cuenta al momento de decidir su participación en un proceso de selección y al momento de construir su presupuesto para oferta económica.

Habiendo mencionado las características que debe contener un modelo para que sea considerado idóneo de contratación para el servicio de adquisición sísmica, a continuación se expondrán conclusiones del trabajo de grado realizado.

6. Conclusiones

Considerando que este trabajo de grado se realizó analizando las condiciones contractuales existentes en Colombia para el proceso de la adquisición sísmica que actualmente ha permitido el desarrollo de la actividad exploratoria del país, es necesario exponer brevemente el contexto de incertidumbre que se vive ante el agotamiento de las reservas de hidrocarburos, cuyas consecuencias económicas, sociales, políticas y ambientales son de gran complejidad para la industria petrolera nacional, actividad que desarrollan empresas nacionales y extranjeras.

Lo anterior en un contexto agravado por la incertidumbre de la caída de los precios del petróleo, ocasionada por la sobreproducción mundial, en una competencia por cuota de mercado desatado entre Arabia Saudita y Rusia.

Teniendo Colombia unas fronteras: por un lado, con un país que contiene las mayores reservas petrolíferas del mundo como Venezuela con 360.000 millones de barriles, de igual forma comparte otra con Brasil con 16.000 millones de barriles que se ubica en el puesto 15 del ranking mundial y otra parte con Ecuador que tienen 7.832 millones de barriles en el puesto 18 de ese mismo ranking,

¿Cómo se explica que Colombia solo tenga 1.980 millones de barriles de reservas para abastecer la demanda por 6,5 años de consumo y exportaciones?

Habría que decir que somos un país poco explotado si se considera que de las 23 cuencas sedimentarias definidas en la última reclasificación de la ANH, solo en 6 de esas cuencas se ha alcanzado cierto nivel de maduración para extraer cerca de 290 millones de barriles de petróleo equivalentes al año, en menos de 300 campos petroleros. Pudiera colegirse aquí que aún nos falta mayor conocimiento geológico del potencial de hidrocarburos del país.

Y de ese necesario conocimiento, la sísmica en sus diferentes técnicas resulta una herramienta apreciable para aumentar la frontera del potencial petrolero que pudiera albergar el subsuelo y el lecho marino de las cuencas sedimentarias del país.

Entonces considerando este trabajo sobre un “modelo idóneo de contratación para futuros proyectos de adquisición sísmica terrestre en Colombia” debemos sacar la primera conclusión de las dos generales y tres particulares, de las cinco que contiene este trabajo.

Primera conclusión general.

La sísmica es una herramienta de alto conocimiento científico de la composición del subsuelo que se debe intensificar en las cuencas sedimentarias definidas por a la agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, como un elemento que incentive la exploración y aumente el potencial petrolero de Colombia, amenazada por las pocas reservas y las escasas reposición de las mismas.

Como quiérase que la sísmica es a la resonancia magnética que se practica para conocer el estado de salud de un paciente, la geología de las cuencas sedimentarias esperan de esa resonancia sísmica, el móvil que encuentre el potencial exploratorio que la naturaleza pudiera brindar a Colombia, poniéndola en la condición de un país petrolero y no en un país con petróleo que sufre porque sus reservas se agotan.

El crecimiento en la sísmica debe ser el común denominador en las cuencas de gran maduración como en las de poco conocimiento exploratorio, si Colombia quiere realmente aumentos en la subsistencia energética de los hidrocarburos.

Segunda conclusión general.

Ajeno al debate mundial y nacional que ha originado la necesaria transición energética, cuya estructura significa un cambio de la exploración, producción, consumo, oferta y demanda de recursos no renovables como los combustibles de orígenes fósiles de petróleo, carbón y gas; a no renovables como de energía solar, eólica, hidráulica y biomasa, entre otras. En ese sentido, al analizar la composición de la canasta energética actual y ver su proyección, se puede observar que para el caso de Colombia, esta conversión energética va a ser lenta, por cuanto no tiene el ahorro o especies de ahorros de fondos soberanos suficientes como para emprender un cambio brusco de su canasta energética, porqué, cuando se presta atención a la información ilustrada por la UPME en su documento Plan Energético Nacional, con fecha de diciembre de 2019, se observa que todavía la energía derivada de los combustibles fósiles representan una sumatoria de más del 70% de esa canasta energética nacional mientras que la energía hidroeléctrica la más representativa de las renovables, tiene el 23% y el resto de tipos de estas fuente de energía, como eólica y solar son aún marginales.

En ese escenario la búsqueda de recursos energéticos del petróleo y gas siguen siendo de importancia capital para el país, lo que significa que la sísmica continua siendo determinante para que los hidrocarburos que se exploren hoy, sirvan de apalancamiento para la explotación de los recursos que se van a necesitar para la transición energética de mañana.

Primera conclusión particular: modelo idónea de contratación sísmica en Ecopetrol.

Ecopetrol, si bien es una empresa regida por el derecho privado, dado su carácter de Sociedad Anónima por Acciones, sigue siendo la empresa que fundamenta su actividad petrolera en nombre que simboliza la nación, su sigla así lo expresa, cuando se denomina “Empresa Colombiana de Petróleos - Ecopetrol”, por lo que su forma pública de contratación se revela a la vista del escrutinio público, aunque se rija por el derecho privado.

Ese hecho le hace que su forma de contratación sea idóneo, en todo el sentido de la palabra.

Siendo así, Ecopetrol debe contener modelos de contratación variables, según las necesidades de la sísmica que debe contratar para el conocimiento más elaborado posible de sus planes de desarrollo de fases exploratorias.

No obstante lo anterior, en esa diversidad debe preexistir un hilo conductor que una la idoneidad de sus tipos de contratación. Y este básicamente debe conducir a un estricto cumplimiento de los términos contractuales que aseguren tanto el desempeño cabal de capacidad técnica de las empresas con que se contrata la sísmica especificadas en la contratación, como de igual forma la más alta calidad de sus resultados. La observancia de las condiciones salariales, prestacionales y de seguridad de sus trabajadores. La atención oportuna en el relacionamiento con las comunidades allende al desarrollo de la sísmica contratada, así como el cumplimiento pertinente a los cronogramas estipulados en el respectivo contrato.

Todos esos aspectos hacen parte del común denominador de las labores en Ecopetrol como en efecto lo es la planeación, elemento sin el cual no es posible llevar a cabo ninguna actividad en la empresa más importante del país.

Y es en esa labor minuciosa de la planeación de donde parte que Ecopetrol pueda tener un diseño dinámico como efectivo con suficiente idoneidad, que facilite recolectar la mejor información proveniente de la interpretación sísmica de forma tal que, sus planes de exploración aumenten el éxito exploratorio que necesita la empresa y el país, para aumentar sus reservas de hidrocarburos.

Segunda conclusión particular:

Dadas las condiciones de libre empresa en el país, difícilmente se puede establecer un modelo de contratación que se ajuste a los requerimientos de todas las compañías sin observar sus necesidades de sísmica interpretativa para desarrollar actividades exploratorias, o para obtener suficiente información sísmica que les permita posesionarse en el competitivo mercado de la industria petrolera.

Cada compañía tiene unos objetivos y mecanismos diferentes, cada compañía tiene una perspectiva diferente y es por ello que teniendo unos estándares mínimos, cada una de ellas debe ajustar su modelo contractual a su necesidad y a la necesidad de la industria y de los stakeholders en los cuales se desenvuelve su participación.

Conclusión tercera particular: contratación sísmica y la condición ambiental.

Luego de salir de una pandemia de dimensiones demoledora como la que nos deja el Covid-19, de la que de seguro ninguna de las generaciones sobrevivientes jamás haya vivido o pensó vivir nunca, hace reflexionar con mayor conocimiento de causa, que él o los elementos ambientales son

una condición *sine qua non* para cualquiera de las actividades antrópicas en que se relacionan la explotación o intervención de los recursos naturales.

La de la industria del petróleo es hoy quizá, una de las de mayores exigencias que va a demandar el difícil momento que se agudizó, con la caída del precio del petróleo a nivel global. Situación que empeora por los efectos del cambio climático ocasionado tanto por tanto por aquellas relacionadas por los procesos naturales como por las actividades antrópicas.

Ante esas reflexiones, la industria del petróleo a la que se le cuestiona, tanto por la actividad extractiva como por el proceso industrial de los hidrocarburos, cuando se hace la trazabilidad de la huella de carbono, al momento de la exigencia de una mayor vinculación, esta debe ser de copartícipe en la búsqueda de alternativas que estimulen una conciencia de la necesidad de cambios para disminuir la huella de carbono que hoy impacta el calentamiento global con sus consecuencias en el cambio climático.

La sísmica es quizá una de las actividades de menos impactos ambientales en la industria del petróleo, no obstante tiene una interacción directa en territorios de hábitat natural de flora y fauna, así como con comunidades allende a su accionar, independiente de que los puntos de acción de su operación sean equidistantes según el requerimiento de la información sísmica contratada.

Todo lo ante puesto a consideración pone los elementos contractuales de la sísmica, tanto de empresas como Ecopetrol o las privadas o las de servicios ante la exigencia máxima de las condiciones ambientales contempladas en el manual de la ANH y los que exigen las autoridades ambientales, así como las que comunidades impactadas en esa actividad vayan presentando en las diferentes etapas de la contratación sísmica, que deben estar previamente consideradas en la planeación de actividad sísmica a realizar en el país.

Referencias Bibliográficas

Agencia Nacional de Infraestructura. (2020). *Agencia Nacional de Infraestructura*. Obtenido de PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA): <https://www.ani.gov.co/glosario/plan-de-manejo-ambiental-pma>

ANH. (2010).

ANH. (2020). *Cifras y estadísticas ANH*. Obtenido de www.anh.gov.co/ANH-en-Datos/Paginas/Cifras-y-Estadísticas.aspx

Checa Jimenez, J. (2018). *Los dolores de la sísmica*. Bogotá: Campetrol.

Ecopetrol. (2019). *Modelo Operativo del Proceso Gestion del Abastecimiento*. Bogotá.

ECOPETROL. (2020). *Guia de aspectos y condiciones laborales en actividades contratadas por Ecopetrol*. Bogotá.

El tiempo. (Mayo de 2019). *El tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/reservas-de-petroleo-de-colombia-suben-en-crudo-pero-bajan-en-gas-361244>

Ministerio del medio ambiente. (1997). *Guia basica ambiental para programas de Exploración sísmica Terrestre*. Bogotá.

Nonsoque, J. C. (26 de Febrero de 2019). *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/resultados-ecopetrol-2018-2833048>

Portafolio. (Marzo de 2019). Todavía queda mucho petróleo por sacar en los campos convencionales. *Portafolio*.

Redacción Especiales. (3 de Julio de 2018). *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/se-hace-sismica-no-fracking-anh-articulo-797889>

Schlumberger. (2020). *Glossary Oilfield*. Obtenido de [glossary.oilfield.slb.com](https://www.glossary.oilfield.slb.com)

Schlumberger. (2020). *Oilfield Slb*. Obtenido de <https://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/a/acquisition.aspx>

Yajaira, H., & Cooper, N. (Enero de 2010). *ANH*. Obtenido de <https://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Estudios-Integrados-y-Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf>