

"Por medio de la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de actualizar la *Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre-GBAPEST* y se toman otras determinaciones"

**El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas el artículo 2 y el numeral 14 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993, el numeral 19 del artículo 2 del Decreto 3570 de 2011, y**

**CONSIDERANDO:**

Que el artículo 8º de la Constitución Política señala que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación;

Que así mismo, el artículo 80 de la Constitución Política señala que le corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; de igual forma, se establece que deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental;

Que el artículo 2º de la Ley 99 de 1993 dispuso la creación del Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente, como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado entre otras cosas, de definir las regulaciones a las que se sujetarán la conservación, protección, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Que concordante con lo anterior, el Decreto – Ley 3570 de 2011, modificó los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e integró el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estableciéndole al Ministerio el objetivo de ser "el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores".

Que el numeral 2 del artículo 2º del Decreto – Ley 3570 de 2011, estableció como función del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la siguiente: "Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos".

Que el numeral 14 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 y el numeral 19 del artículo 2 del precitado Decreto-Ley 3570 de 2011, establecieron como funciones de este Ministerio la definición y regulación de los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de

"Por medio de la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de actualizar la Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre-GBAPEST y se toman otras determinaciones"

deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental de las actividades económicas.

Que en el numeral 5 del artículo 19 del Decreto-Ley 3570 de 2011, prevé como función de la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana: "*Diseñar y promover, al interior de los sectores productivos y de servicios, estrategias para la adopción de mejores prácticas ambientales orientadas a mejorar la competitividad, productividad, autogestión e internalización de costos ambientales*".

Que mediante la Resolución 1023 del 28 de julio del 2005 "Por la cual se adoptan guías ambientales como Instrumento de autogestión y autorregulación" esta Cartera Ministerial, adoptó en su artículo 3, numeral 1. Sector de hidrocarburos, "2. La "*Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre*", esta resolución se modificó con la Resolución 1935 de 2008.

Que teniendo en cuenta que la normatividad que regula la gestión ambiental y social de los proyectos de exploración sísmica se ha modificado significativamente desde la adopción de esta Guía y que los criterios de manejo técnico ambiental han evolucionado con mejores tecnologías y técnicas, es necesaria realizar la actualización de la "*Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre* para mantener su aplicabilidad en el desarrollo de proyectos de exploración sísmica terrestre en el país.

Que en virtud de lo anterior, procederá a modificar la Resolución 1023 de 2005, modificada por la Resolución 1935 de 2008, con el objetivo de actualizar la "*Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre*" como instrumento de autogestión y autorregulación de los sectores productivos y de consulta y referencia de carácter conceptual y metodológico tanto para las autoridades ambientales como para el sector regulado, de manera tal que se cuente con criterios unificados para la planeación y el control ambiental de los proyectos de exploración geofísica.

En mérito de lo expuesto,

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1. Objeto.** Modificar la Resolución 1023 de 2005, modificada por la Resolución 1935 de 2008, en el sentido de actualizar la "*Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre*".

**ARTÍCULO 2. Ámbito de Aplicación.** La "*Guía Básica Ambiental para Programas de Exploración Sísmica Terrestre*" que se actualiza mediante la presente resolución, es aplicable a las autoridades ambientales y a los particulares para la ejecución o desarrollo de proyectos de exploración sísmica terrestre en el territorio nacional.

**PARÁGRAFO.** En los casos en que el proyecto sísmico esté sujeto a licenciamiento ambiental, lo dispuesto en la guía adoptada tendrá carácter complementario a los términos, condiciones y obligaciones bajo los cuales se autorizó

"Por medio de la cual se modifica la Resolución 1023 de 2005, en el sentido de actualizar la Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre -GBAPEST y se toman otras determinaciones"

**ARTÍCULO 3. Publicidad.** La "Guía Básica Ambiental Para Programas de Exploración Sísmica Terrestre" actualizada mediante la presente resolución, deberá ser puesta a disposición de los usuarios en los respectivos portales web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de las Corporaciones Autónomas Regionales y las de desarrollo Sostenible.

**ARTÍCULO 4. Del Control y Seguimiento.** Adicional a lo establecido en el artículo 5 de la Resolución 1023 de 2005, durante el control y seguimiento de los proyectos de exploración sísmica terrestre no sujetos a licencia ambiental, las Corporaciones Autónomas Regionales y las de desarrollo Sostenible podrán verificar la implementación de lo dispuesto en la guía ambiental y efectuar a los usuarios las recomendaciones a que haya lugar para asegurar su correcta aplicación

**ARTÍCULO 5. Actualización y Normatividad Ambiental.** La implementación de la guía ambiental, no exime al interesado de cumplir la normatividad ambiental vigente aplicables al desarrollo de su proyecto obra o actividad.

**PARÁGRAFO.** El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, efectuará periódicamente y de acuerdo con criterios técnicos predefinidos, la revisión, actualización o ajuste de la guía ambiental actualizada mediante la presente resolución.

**ARTÍCULO 6. Permisos, Concesiones y/o Autorizaciones.** La implementación de la guía ambiental, no exime al interesado de la obtención previa de los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables; por lo tanto, el interesado en la ejecución de un proyecto, obra o actividad sujeto a una guía ambiental deberá tramitar y obtener los permisos, autorizaciones o licencias expedidas por las autoridades diferentes a las ambientales, necesarias para la ejecución o desarrollo de su proyecto, obra o actividad.

**ARTÍCULO 8. Vigencia.** La presente resolución rige a partir de su publicación en el Diario Oficial y sustituye el ítem 2 del numeral 1 del artículo 3 de la Resolución 1023 de 2005, modificada por la Resolución 1935 de 2008.

Dada en Bogotá, D.C., a los **17 JUN 2025**

**PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE**

  
**LENA YANINA ESTRADA ASITO**  
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible



Ambiente



Guía Básica Ambiental  
para programas de  
**Exploración  
Sísmica Terrestre**

Edición actualizada 2025



# Ambiente

## REPÚBLICA DE COLOMBIA

**Gustavo Francisco Petro Urrego**  
Presidente de la República

**María Susana Muhamad González**  
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Mauricio Cabrera Leal**  
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

**Sandra Patricia Montoya Villarreal**  
Directora de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

AUTORES 1.ª EDICIÓN	TEXTOS ACTUALIZACIÓN, 2.ª EDICIÓN
<p><b>GRUPO EDITOR</b> Ministerio del Medio Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• César Buitrago</li> <li>• Concepción Moya</li> <li>• Carlos Alba MMA</li> <li>• Angela Santos</li> </ul> <p>ACP (BP Exploration)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco V. Cárdenas</li> <li>• Delio Atuesta ACP</li> </ul> <p>ACP (TRITON)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fernando Reyes</li> </ul> <p>ACP (HOCOL)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alberto Estévez</li> </ul> <p>Asesora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Martha S. Montero</li> </ul> <p>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodrigo Domínguez</li> </ul> <p>ECOPETROL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rafael López</li> </ul> <p>CALIDAD DEL AIRE CIA LTDA</p>	<p><b>Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernesto Romero Tobón</li> </ul> <p><b>Con el Apoyo de:</b> ECOPETROL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de Operaciones Geofísicas (Vicepresidencia de Exploración y Vicepresidencia de Desarrollo)</li> <li>• Coordinación Viabilidad Ambiental (Vicepresidencia de HSE)</li> <li>• Departamento HSE VEX (Vicepresidencia HSE)</li> <li>• Equipo de Entorno (Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible)</li> <li>• Operaciones Aéreas (Vicepresidencia de Abastecimiento y Servicios)</li> </ul>

### CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN:

Grupo Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

<p><b>Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, autor</b></p> <p>Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre / Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; textos, Ernesto Romero Tobón. -- Primera edición. -- Bogotá D.C. : Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025.</p> <p>216 páginas : tablas, figuras, y fotografías.</p> <p>Incluye lista de tablas, lista de formatos, lista de figuras, siglas y acrónimos, glosario y bibliografía.</p> <p>ISBN XXX-XXX-XXX-XXX-X (digital)</p> <p>Tesoro Ambiental para Colombia 1. Exploración sísmica 2. Gestión ambiental 3. Impacto ambiental 4. Industria petrolera 5. Monitoreo 6. Protección ambiental 7. Proyectos 8. Subsuelo I. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible II. Tobón, Ernesto Romero.</p> <p>CDD: 338.2728</p> <p>Catalogación en la publicación – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental - Biblioteca.</p>	<p>CO_BoCDM</p>
--	-----------------



© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia, 2021

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

No comercializable. Distribución gratuita

# Contenido

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1 Presentación y antecedentes.....	9
1.2 Objetivos de la guía.....	10
1.3 Temas básicos de la guía.....	11
<b>2 INSTRUCCIONES.....</b>	<b>12</b>
2.1 Uso de la guía.....	13
2.2 La guía en la planeación del proyecto.....	14
2.3 Uso de la guía en el diseño de las medidas de manejo ambiental.....	14
<b>3 MARCO DE REFERENCIA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN SÍSMICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 Marco jurídico ambiental.....	17
3.2 Gestión de la información y comunicación.....	24
<b>4 PLANEACIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN SÍSMICA.....</b>	<b>28</b>
4.1 Planeación ambiental del programa.....	29
4.2 Selección de la fuente de energía.....	43
4.3 Organización para la gestión ambiental.....	47
<b>5 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA.....</b>	<b>56</b>
5.1 Descripción general de la actividad.....	57
5.2 Tecnologías aplicadas a la adquisición sísmica.....	66
5.3 Fase pre-operativa en proyectos de exploración sísmica terrestre.....	77
5.4 Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre.....	78
5.5 Abandono y restauración del área intervenida.....	80
<b>6 DESARROLLO DEL PROGRAMA SÍSMICO.....</b>	<b>82</b>
6.1 Desarrollo del programa sísmico.....	83
6.2 Actividades previas a la ejecución del programa - Fase preoperativa.....	85
6.3 Movilización y transporte.....	89
6.4 Programa de arqueología.....	92
6.5 Instalación y operación de campamentos.....	94
6.6 Gestión ambiental de residuos.....	102
6.7 Gestión de aguas residuales.....	117
6.8 Gestión de combustibles y lubricantes usados.....	126
6.9 Gestión de materiales y sustancias peligrosas.....	129
6.10 Manejo de fauna silvestre y flora.....	131
6.11 Construcción y operación de helipuertos y zonas de descarga.....	134
6.12 Actividades de trocha (pica) y topografía.....	139
6.13 Manejo ambiental de la perforación.....	145
6.14 Activación de fuentes sísmicas tipo sismigel y registro.....	151
6.15 Adquisición de datos utilizando vibrador.....	159
6.16 Plan de gestión social.....	164
6.17 Programa de capacitación del personal.....	168
6.18 Plan de gestión del riesgo.....	171
6.19 Monitoreo y seguimiento.....	178
6.20 Monitoreo y seguimiento a las aguas subterráneas.....	182
6.21 Funciones de la interventoría.....	185
6.22 Informes de avance y cumplimiento.....	188
6.23 Acciones de inversión social y compensación.....	192
<b>7 FASE POSTOPERATIVA.....</b>	<b>198</b>
7.1 Restauración y abandono del área.....	199
7.2 Actividades de cierre y evaluación <i>ex post</i> .....	202
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>206</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>209</b>
<b>ANEXO 1. Caracterización del uso de vibradores como fuente de información geofísica.....</b>	<b>213</b>

## Lista de tablas

Tabla 3.1.	Normas ambientales aplicables a la exploración sísmica	19
Tabla 3.2.	Normas adicionales específicas a considerar en la Guía de Básica Ambiental de Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre	20
Tabla 3.3.	Principios generales de política ambiental (síntesis)	23
Tabla 3.4.	Lineamientos de participación en proyectos de exploración sísmica	25
Tabla 3.5.	Normatividad de participación ciudadana en proyectos de exploración sísmica	25
Tabla 4.1.	Lineamientos para la elaboración de estudios ambientales	39
Tabla 4.2.	Lineamientos para la elaboración documento Medidas de Manejo Ambiental	40
Tabla 4.3.	Criterios para la planeación social del proyecto	41
Tabla 4.4.	Programa de las medidas de manejo ambiental	52
Tabla 4.5.	Indicadores de gestión sugeridos	54
Tabla 5.1.	Características técnicas del sismigel	71
Tabla 5.2.	Ejemplo tipo de características técnicas de un vibrador	75
Tabla 6.1.	Planeamiento ambiental de proyectos de exploración sísmica	84
Tabla 6.2.	Criterios para ubicación de campamento	97
Tabla 6.3.	Lineamientos para habilitar un campamento	100
Tabla 6.4.	Residuos no peligrosos	102
Tabla 6.5.	Residuos peligrosos	103
Tabla 6.6.	Clasificación de los residuos peligrosos más representativos que se pueden generar en las actividades de exploración sísmica	109
Tabla 6.7.	Oportunidades para minimizar la generación de residuos	111
Tabla 6.8.	Residuos no peligrosos	115
Tabla 6.9.	Dimensiones de helicópteros y del FATO	138
Tabla 6.10.	Criterios ambientales para puntos fuente	148
Tabla 6.11.	Distancias horizontales de retiro desde el punto fuente de carga química tipo Sismigel a elementos ambientales	153
Tabla 6.12.	Distancias horizontales de retiro desde la fuente de carga química tipo sismigel a elementos de infraestructura social	153
Tabla 6.13.	Medidas ambientales en la activación de fuentes Sísmicas tipo Sismigel	155
Tabla 6.14.	Distancias horizontales mínimas de retiro a elementos ambientales desde la fuente energía por vibración u otro método que no utilice cargas químicas.	161
Tabla 6.15.	Gestión social del programa sísmico	167
Tabla 6.16.	Acciones del plan de gestión social	167
Tabla 6.17.	Programa de capacitación de personal	170
Tabla 6.18.	Riesgos asociados a proyectos de adquisición sísmica	172
Tabla 6.19.	Estructura del plan de gestión del riesgo	173
Tabla 6.20.	Estructura del plan de contingencia - PNC (Decreto 1868 del 2021)	175
Tabla 6.21.	Elementos sujetos de seguimiento y monitoreo ambiental	179
Tabla 6.22.	Información del sistema de monitoreo y seguimiento	181
Tabla 6.23.	Elementos sujetos de seguimiento y monitoreo ambiental	186
Tabla 7.1	Componentes de la evaluación <i>ex post</i>	204

## Lista de formatos

Formato 1. Informes de avance y cumplimiento – Actividades y resultados	189
Formato 2. Informes de avance y cumplimiento – Estado de avance	190
Formato 3. Informes de avance y cumplimiento – Seguimiento y evaluación de impactos	191

## Lista de figuras

Figura 2.1. Aplicación de las medidas de manejo ambiental	13
Figura 3.1. Marco legal de la gestión ambiental	18
Figura 4.1. Planeación ambiental de la exploración sísmica	31
Figura 4.2. Elementos de la gestión	31
Figura 4.3. Fases y actividades a desarrollar en desarrollo de un proyecto de exploración sísmica	32
Figura 4.4. Proceso para la caracterización geofísica y geológica en áreas de exploración sísmica	34
Figura 4.5. Niveles de planificación	38
Figura 4.6. Modelo de gestión ambiental en proyectos de exploración sísmica	48
Figura 4.7. Elementos de la gestión	49
Figura 5.1. Esquema de propagación de ondas sísmicas	57
Figura 5.2. Actividades operativas de un programa de adquisición sísmica	59
Figura 5.3. Levantamiento topográfico (Estación y Satelital)	60
Figura 5.4. Perforación Sísmica con taladros neumáticos	61
Figura 5.5. Ejemplo de fuente vibratoria	61
Figura 5.6. Esquema de registro sísmico	63
Figura 5.7. Arreglos de geófonos disponibles en el mercado	64
Figura 5.8. Partes de un geófono	64
Figura 5.9. Tipos de equipos utilizados en la fase de topografía	67
Figura 5.10. Esquema de recepción de señal de GPS	67
Figura 5.11. Esquema de red geodésica (izquierda) y estación receptora en vértice de red geodésica (derecha)	68
Figura 5.12. Esquema de operación y actividades de campo para el posicionamiento de las estaciones	68
Figura 5.13. Tipos de fuentes impulsivas: a. química, comúnmente sismigel, b. Martillo Acelerado (AWD), c. cañones de aire. d. fuente electromagnética, e. martillo (manual y mecánico), y f. pin-point	69
Figura 5.14. Principales tipos de taladros para adquisición sísmica	72
Figura 5.15a. Partes básicas de un vibrador	72
Figura 5.15b. Dimensiones típicas de un vibrador	73
Figura 5.16. Imágenes de un vibro, mostrando la plancha que se posiciona en la superficie (izquierda), flota de vibros (centro) y un vibro en plena actividad (derecha). Nótese que, al poner la plancha en superficie, las llantas del camión quedan suspendidas en el aire	73
Figura 5.17. Esquema general de registro con fuente de energía vibratoria	74

Figura 5.18. Alistamiento de equipo para registro	75
Figura 5.19. Diferentes equipos inalámbricos de adquisición sísmica	76
Figura 5.20. Equipos de registro que se disponen en campo	76
Figura 6.1. Actividades a desarrollar fase pre-operativa	88
Figura 6.2. Categorías, nivel de segregación y alternativas sugeridas	104
Figura 6.3. Jerarquía en la gestión de residuos	104
Figura 6.4. Gestión, manejo y clasificación de residuos en proyectos de sísmica	105
Figura 6.5. Características de peligrosidad de los residuos	106
Figura 6.6. Jerarquía para la gestión de residuos no peligrosos	112
Figura 6.7. Estación de recolección de residuos	113
Figura 6.8. Caseta de almacenamiento de residuos sólidos	114
Figura 6.9. Caseta para tratamiento de residuos biodegradables	116
Figura 6.10. Principales residuos líquidos generados por la actividad exploratoria	117
Figura 6.11. Medidas de manejo de aguas lluvias en campamentos (ilustración que no sugiere el tipo de campamento)	119
Figura 6.12. Gestión de residuos líquidos - unidad sanitaria portátil	125
Figura 6.13. Gestión de residuos líquidos - tanque séptico hermético	125
Figura 6.14. Campos de infiltración para sistemas de vertimiento autorizados	125
Figura 6.15. Caseta de almacenamiento de aceites usados	128
Figura 6.16. Construcción y operación de helipuertos	135
Figura 6.17. Dimensiones helipuertos y DZ	137
Figura 6.17. Dimensiones helipuertos y dz (Continuación...)	138
Figura 6.18. Dimensiones de trocha (pica) en áreas boscosas y cruce cuerpos de agua	142
Figura 6.19. Gestión ambiental para la apertura de trochas	144
Figura 6.20. Alternativas tecnológicas para el desarrollo de la perforación de pozos de disparo	146
Figura 6.21. Diagrama de retiro de puntos de disparo alrededor de una ABS	147
Figura 6.22. Norma mexicana para aplicación de PPV en proyectos de adquisición sísmica	162
Figura 6.23. Diseño de un piezómetro tipo	184
Figura 6.24. Áreas temáticas clave del sector con los ODS	195

## Siglas y acrónimos

ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
ABS	Áreas Biológicamente Sensibles
ANT	Agencia Nacional de Tierras
ALU	Aceites y Lubricantes Usados
CAR	Corporaciones Autónomas Regional
DUR	Decreto Único Reglamentario
ECOPETROL	Empresa Colombiana de Petróleos
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
GBAPEST	Guía Básica Ambiental para Programas de Exploración Sísmica Terrestre
GPS	Global Positioning System
GTC	Guía Técnica Colombiana
HSE	Health, Security, Environmental
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
IAGC	International Association of Geophysical Contractors
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPECA	International Petroleum Industry Environmental and Conservation Association
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
GNSS	Global Navigation Satellite System
LIDAR	Laser Imaging Detection and Ranging
LIS	Low Impact Seismic
MMA	Medidas de Manejo Ambiental
MINAMBIENTE	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
NTC	Norma Técnica Colombiana
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
ONAC	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia
PPV	Velocidad Pico de Partícula
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PACA	Plan de Acción y Cumplimiento Ambiental
PHVA	Planear, hacer, verificar y actuar
RESNATUR	Asociación Red Colombiana de Reservas de la Sociedad Civil
RESPEL	Residuos Peligrosos
RTK	Real Time Kinematic
SGA	Sistemas de Gestión Ambiental
VSP	Vertical Seismic Profile

# 1.

## INTRODUCCIÓN



## 1.1. PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES

Dada la sensibilidad social por el desarrollo de este tipo de proyectos y la necesidad de precisar las herramientas que permitan asegurar la gestión ambiental, en 1997 se formuló la primera versión de la *Guía Básica Ambiental para Programas de Exploración Sísmica Terrestre (GBAPEST)*, en la cual se incluyeron los lineamientos generales para garantizar la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación necesarias. En la presente edición se actualiza la guía teniendo en cuenta la nueva normatividad aplicable, los avances técnicos y tecnológicos de la industria, la experiencia acumulada en la gestión ambiental de este tipo de proyectos por el sector y en el seguimiento ambiental realizado por las autoridades ambientales.

Una exploración geofísica es, a menudo, la primera actividad realizada durante el proceso de exploración; es la herramienta principal que se utiliza para localizar y evaluar los estratos geológicos de petróleo y gas. La exploración geofísica consiste en realizar e interpretar mediciones de las propiedades físicas de la Tierra para determinar las condiciones del subsuelo; para realizar mediciones se requiere interacción directa entre los sistemas de medición y el entorno físico del área. La adquisición de datos sísmicos es similar a reflejar un eco, donde una fuente de energía sísmica se utiliza para transmitir ráfagas de energía sonora a la tierra, las diferencias entre las capas de roca en la Tierra reflejan los “ecos” del sonido en una serie de receptores dispuestos en líneas o matrices que cubren varios kilómetros. Los cables o enlaces de telemetría transmiten las señales recibidas a un registrador de datos; en el caso de equipos inalámbricos autónomos los datos son colectados en dicha unidad y descargados para su procesamiento y análisis posterior, para producir imágenes de la geología del subsuelo.

Las actividades para recopilar datos utilizando la técnica sísmica tienen el potencial de impactar el ambiente; sin embargo, las operaciones son típicamente localizadas y de duración limitada por lo que, con una buena planificación y gestión, el impacto ambiental puede ser evitado o disminuido significativamente. El equipo y el modo de operaciones varían según el terreno. Donde existan facilidades de acceso por vías o de movimiento de vehículos fuera de carretera, el equipo de grabación (geófonos y cables cuando aplica) y el equipo de perforación (taladros para sísmica) son transportados en camionetas/camiones. En el caso de que la fuente a utilizar sea del tipo vibros, estos se desplazan por dichas vías previa validación de las condiciones de las mismas y del terreno donde estos equipos operarán. En terrenos sin vías de acceso o áreas ambientalmente sensibles, los equipos portátiles tanto de perforación como de registro serán transportados a mano utilizando animales de carga o en helicóptero.

Para el caso de Colombia, la Ley 99 de 1993 determinó que la ejecución de obras y actividades de la industria del petróleo debía contar con una planificación ambiental adecuada y, para aquellas susceptibles de causar deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente, o modificaciones notorias al paisaje, estableció como requisito la licencia ambiental previa otorgada por el entonces Ministerio del Medio Ambiente, actualmente por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). Para estos casos definió el *estudio de impacto ambiental* (EIA) como el instrumento básico para la planificación ambiental y la toma de decisiones. Esta ley fue reglamentada por el Decreto 1076 del 2015 (MinAmbiente) en el capítulo 3, el cual desarrolla el proceso de licenciamiento y de elaboración del estudio ambiental correspondiente y fija la obligación de ceñirse a una metodología. Con la Resolución 1402 de 2018 (Minambiente) se adoptó la metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales, que es un instrumento de consulta y orientación para la elaboración del EIA en caso de que se requiera.

Bajo las condiciones normativas establecidas en el artículo 2.2.2.3.2.2 del Decreto 1076 del 2015 (MinAmbiente), los proyectos de exploración sísmica terrestre que no tengan prevista la construcción de vías de acceso nuevas, no requieren la obtención de licencia ambiental previa. En este caso, deben obtener los permisos establecidos para el uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales y cumplir con regulaciones específicas de las Autoridades Ambientales Regionales con jurisdicción en el área del proyecto. Para facilitar el proceso de planificación ambiental, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible identifica la necesidad de mantener

una guía ambiental básica para la actividad la cual, al ser aplicada por los responsables de la ejecución de los proyectos, les sirve como herramienta de autogestión, soporta y orienta la gestión ambiental necesaria y unifica criterios en las relaciones de la actividad con la comunidad del área del proyecto.

Teniendo en cuenta que la tendencia es que las empresas deban considerar la protección del ambiente y las interacciones sociales de manera similar a sus prioridades operativas en desarrollo de proyectos de exploración sísmica, se requiere el desarrollo de un buen gobierno corporativo que otorgue una alta prioridad a la minimización de impactos ambientales, que cuente con la participación de los interesados, con entrega de información clara y oportuna a las organizaciones sociales, recepción y respuesta a las inquietudes que se hagan al proyecto, con el fin de lograr una partición transparente de los interesados (incluidas las autoridades regionales y locales) en la formulación de la gestión ambiental y las consideraciones acerca de las mejores prácticas disponibles para el desarrollo de los programas de exploración sísmica. Existen varias publicaciones de la industria presentan las mejores prácticas ambientales y sociales; este documento describe algunas de las mejores prácticas que se están aplicando en entornos tropicales.

La aplicación integral de la presente guía permitirá a las empresas interesadas en desarrollar proyectos de exploración sísmica, disminuir la incidencia sobre el ambiente del área donde se desarrollan dichos proyectos y obtener los soportes y evidencias para mostrar a las comunidades y a las autoridades la gestión ambiental realizada.

En este contexto, la presente guía ambiental es una herramienta de consulta, orientación y lineamientos de acciones de carácter conceptual y procedimental. Finalmente, se recomienda para el desarrollo del proyecto de exploración sísmica la formulación de un documento de medidas de manejo ambiental, el cual puede ser específico o estar incluido dentro del documento ambiental que se formule para el proyecto.

Todas las referencias normativas puntuales mantienen su vigencia en aquellas normas que las modifiquen, sustituyan o deroguen, en correspondencia con los textos que aquellas referencias apoyan. Con esta advertencia no es necesario replicar esta cita en cada referencia normativa citada.

### 1.2. OBJETIVOS DE LA GUÍA

La guía aplica a las actividades asociadas a programas de exploración sísmica terrestre continental y tiene como objetivo servir como un instrumento de autogestión y referencia técnica de la gestión ambiental, con el fin de disminuir los impactos negativos sobre los recursos naturales y sobre la comunidad del área donde se desarrollan; lo anterior, se basa en el conocimiento, la tecnología, las mediciones y las observaciones de proyectos sísmicos previos, así como en la implementación de medidas de precaución o mitigación que han conducido a la minimización de los potenciales impactos negativos en los proyectos o programas de adquisición sísmica. Las guías de buenas prácticas, de acuerdo con lo identificado por IPIECA, tienen como propósito el desarrollo, intercambio y promoción de buenas prácticas y soluciones; las buenas prácticas se fomentan a través de documentos de orientación para ayudar a la industria a mejorar su desempeño medioambiental y social.

La conceptualización del manejo ambiental de las actividades y su observancia por parte de las compañías del sector permitirá:

- Identificar los requisitos ambientales para el desarrollo de programas de exploración sísmica.
- Unificar los criterios sobre las medidas ambientales a aplicar que permitirán fortalecer la gestión ambiental.
- Optimizar los recursos tanto del operador del proyecto como de las autoridades ambientales.
- Mejorar la comunicación con las partes interesadas (comunidad, gobierno local y organizaciones sociales).
- Disminuir la posibilidad de que se presenten impactos negativos en el desarrollo de proyectos de adquisición sísmica terrestre, precisando las medidas para evitarlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos.

### 1.3. TEMAS BÁSICOS DE LA GUÍA

Los temas básicos tratados en la presente guía se codifican así:

CÓDIGO	TEMA
SIS-1-000	Introducción
SIS-2-000	Instrucciones
SIS-3-000	Marco de referencia de la gestión ambiental de programas de exploración sísmica
SIS-3-010	Marco jurídico ambiental
SIS-3-020	Participación ciudadana
SIS-4-010	Planeación ambiental del proyecto
SIS-4-020	Selección de la fuente de energía
SIS-4-030	Organización para la gestión ambiental
SIS-5-010	Descripción general de la actividad
SIS-5-020	Tecnología aplicada a la adquisición sísmica
SIS-5-030	Fase preoperativa
SIS-5-040	Fase operación en campo
SIS-5-050	Fase de abandono y restauración del área
SIS-6-010	Desarrollo del proyecto de exploración sísmica
SIS-6-020	Actividades previas a la ejecución del programa
SIS-6-030	Movilización y transporte
SIS-6-040	Programa de arqueología
SIS-6-050	Instalación y operación de campamentos
SIS-6-060	Gestión ambiental de residuos
SIS-6-070	Gestión de aguas residuales y residuos líquidos
SIS-6-080	Gestión de combustibles y aceites usados
SIS-6-090	Gestión de materiales y sustancias peligrosas
SIS-6-100	Manejo de fauna y flora silvestre
SIS-6-110	Construcción y operación de helipuertos y zonas de descarga
SIS-6-120	Actividades de trocha (pica) y topografía
SIS-6-130	Manejo ambiental de la perforación.
SIS-6-140	Activación de fuentes sísmicas tipo sismigel y registro
SIS-6-150	Adquisición de datos utilizando vibros
SIS-6-160	Plan de gestión social
SIS-6-170	Programa de capacitación de personal
SIS-6-180	Plan de gestión del riesgo
SIS-6-190	Monitoreo y seguimiento
SIS-6-200	Monitoreo y seguimiento a las aguas subterráneas
SIS-6-210	Interventoría
SIS-6-220	Informes de avance y cumplimiento
SIS-6-230	Acciones de compensación e inversión social
SIS-7-010	Plan de restauración y abandono del área
SIS-7-020	Actividades de cierre y evaluación ex post
SIS-8-000	Referencias bibliográficas
SIS-9-000	Bibliografía
SIS-10-000	Glosario
ANEXOS	

# 2.

## INSTRUCCIONES



## 2.1. USO DE LA GUÍA

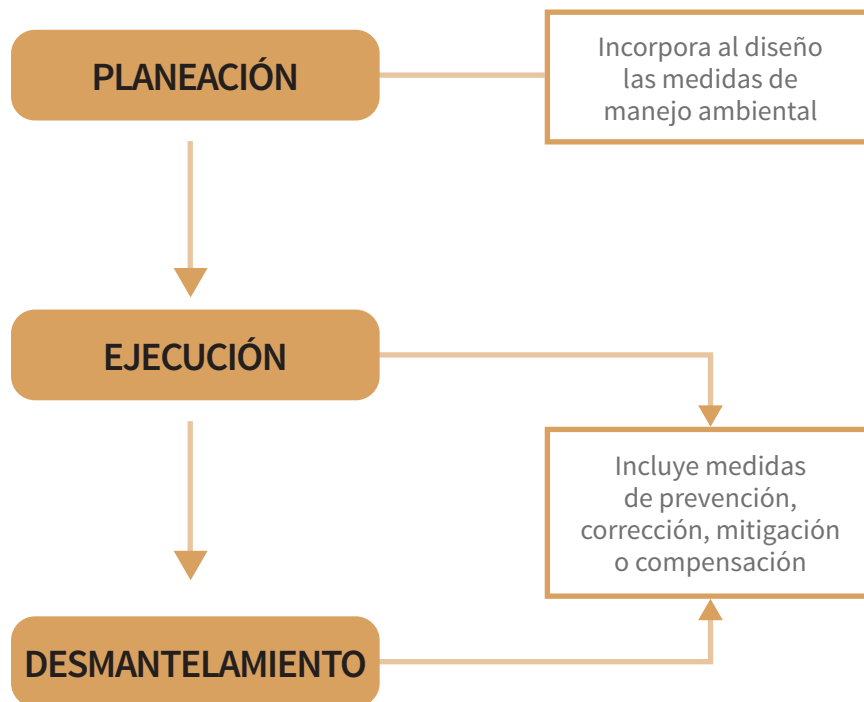
La GBPEST no sustituye el proceso de planificación ambiental del *programa de exploración sísmica* que debe realizar de manera particular cada empresa; con el fin de asegurar éxitos en la gestión ambiental del proyecto, se recomienda aplicar criterios ambientales desde las etapas tempranas del proyecto. La GBPEST puede servir de referencia técnica para la formulación del instrumento de gestión ambiental que requiera el proyecto de exploración sísmica acorde con la normatividad vigente.

La planificación ambiental debe darse dentro del contexto de la necesidad que tiene la empresa de desarrollar la gestión de los impactos ambientales generados y el cumplimiento a la normatividad que les aplica. En estos aspectos se definen dos momentos importantes:

- Solicitud y obtención de los permisos de aprovechamiento de recursos naturales requeridos ante las autoridades ambientales regionales competentes, para el desarrollo del programa de exploración sísmica.
- Aplicación de las medidas de manejo ambiental durante todo el desarrollo de la actividad de exploración sísmica (figura 2.1)

Las medidas de diversa naturaleza identificadas para hacer viable el programa se integran al diseño para prevenir la ocurrencia de efectos no deseables y, durante la ejecución y el desmantelamiento, para mitigar, corregir o compensar los impactos inevitables causados por la intervención.

**Figura 2.1. Aplicación de las medidas de manejo ambiental**



Fuente: elaboración propia.

## 2.2. LA GUÍA EN LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO

La guía aporta diferentes lineamientos según la normatividad ambiental vigente que aplique al proyecto, así:

cuando el proyecto requiere licencia ambiental, la guía no tiene un papel relevante porque el EIA precisa los requisitos en la planeación ambiental del proyecto; ya que el EIA es en esencia un instrumento de planeación ambiental, por lo que la totalidad de los criterios de planeación se dará al elaborar este documento;

cuando el proyecto no requiere licencia ambiental la guía aporta criterios tal como se detalla en el numeral 3.1, los cuales se deben considerar por el responsable del proyecto para plasmarlos en las decisiones que involucren criterios ambientales previo al desarrollo del proyecto en campo y orienta en la determinación de los alcances de las medidas de manejo ambiental que se formulen para el desarrollo de este.

## 2.3. USO DE LA GUÍA EN EL DISEÑO DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

### PARA CADA ACTIVIDAD DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN SÍSMICA:

Identificar en la guía la sección correspondiente al tema que está desarrollando y referenciarla con su código en las Medidas de Manejo del programa. Las secciones se han identificado de la siguiente manera:

**SIS -X -YYY: código**

Donde:

**SIS:** *corresponde a exploración sísmica terrestre.*

**X:** *identifica la sección de la Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre a la cual corresponde el tema (número entre 1 y 9).*

**YYY:** *número de orden (entre 000 y 999).*

Analizar el contexto ambiental dentro del cual se desarrolla la actividad y determinar la validez de los elementos contenidos en la guía, o la necesidad de ajustarlos a la situación particular.

Complementar las propuestas de manejo contenidas en la sección de la guía, según las necesidades. Concretar las acciones en el caso de que las propuestas hagan referencia a varias opciones de ejecución.

### EJEMPLO DE USO:

- a) Actividad: gestión ambiental de las aguas residuales domésticas del campamento base. Para el ejemplo se parte del supuesto de que se debe construir el campamento.
- b) Sección de la guía a la cual corresponde el tema: SIS-6-060 Gestión Ambiental de Residuos.
- c) Propuestas: la sección SIS-6-060 contiene varios lineamientos y propuestas:

#### • De manejo:

Segregación de redes. Esta tiene carácter obligatorio. En consecuencia, en las medidas de manejo ambiental (según aplique por corporación autónoma) o en el Plan de Acción y Cumplimiento Ambiental – PACA (instrumento opcional) se debe desarrollar la guía en términos de elaborar la propuesta de segregación.

- **De tratamiento y disposición final. Analiza varias situaciones:**

- Conexión a la red municipal. Aplicable cuando el campamento está dentro del área de influencia de la red municipal. A título de ejemplo supóngase que éste no es el caso y que el campamento deberá tener su propio sistema. A continuación, se mencionan algunas de las opciones disponibles.
- Pozo séptico y campo de infiltración.
- Planta de tratamiento portátil.

Puede suceder nuevamente que, por razones técnicas (p. ej.: alto nivel freático), no se recomienda construir un campo de infiltración. En este caso, la mejor alternativa podría ser la planta portátil. Si ésta es la decisión, la propuesta debe desarrollarse para indicar el tipo de planta, sus características técnicas, la calidad final esperada para el agua residual, el tipo de residuos generados y las previsiones para su manejo y disposición final.

# 3.

## MARCO DE REFERENCIA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN SÍSMICA

- 3.1. Marco jurídico ambiental
- 3.2. Gestión de la información y la comunicación

Versión 2  
Octubre 2024

## 3.1. MARCO JURÍDICO AMBIENTAL

SIS-3-010

Para entender el ordenamiento jurídico ambiental y como son referidas las Guías Ambientales en este, se debe considerar inicialmente el contexto general del ordenamiento, tal como se detalla a continuación:

La Constitución Política de 1991 consagra normas específicas respecto a la conservación y disfrute de un ambiente sano, necesarias para un desarrollo sostenible y una promoción del bienestar general.

Por otra parte, el marco legal y reglamentario en materia ambiental busca hacer efectivo el derecho constitucional a un ambiente sano, proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental. Así las cosas, los proyectos de exploración sísmica terrestre a que se refiere la presente guía, deben dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente (leyes, decretos y resoluciones) relacionada con el uso, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales renovables y los elementos y factores que conforman el ambiente, aplicable para el desarrollo del proyecto.

En la **figura 3.1** se señalan los aspectos más relevantes del ordenamiento jurídico ambiental colombiano. Este se deriva de la Constitución Política de 1991 que estableció los derechos y deberes del Estado y de los particulares frente a los recursos culturales y naturales de la Nación. En 1993 se expidió la Ley 99, que define los principios de la gestión ambiental del país, crea el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y establece el conjunto de orientaciones, normas actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales orientados hacia el desarrollo sostenible. Adicionalmente, crea la licencia ambiental como un instrumento de gestión y planificación para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales durante el desarrollo de cualquier obra o actividad sujeta a este mecanismo.

La licencia ambiental previa se estableció como requisito para toda obra, industria, actividad o proyecto que sea susceptible de causar:

- a) Un deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente.
- b) Modificaciones notorias o considerables al paisaje.

Así mismo, la Ley 99 de 1993 dispone que el Ministerio del Medio Ambiente, de ese entonces, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

La Ley 1444 de 2011 por la cual se reestructuraron algunos Ministerios, otorgó facultades extraordinarias al Presidente de la República para modificar la estructura de la Administración Pública; en virtud de su artículo 18, se dio el fortalecimiento de lo técnico que antes estaba concentrado en los ministerios a través de la creación de las agencias, para el caso, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (Decretos MinEnergía 1760 de 2003, 714 de 2012 y 4137 de 2011) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Decreto MinAmbiente 3573 de 2011). Dentro de las funciones de la ANLA está la de encargarse que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país.

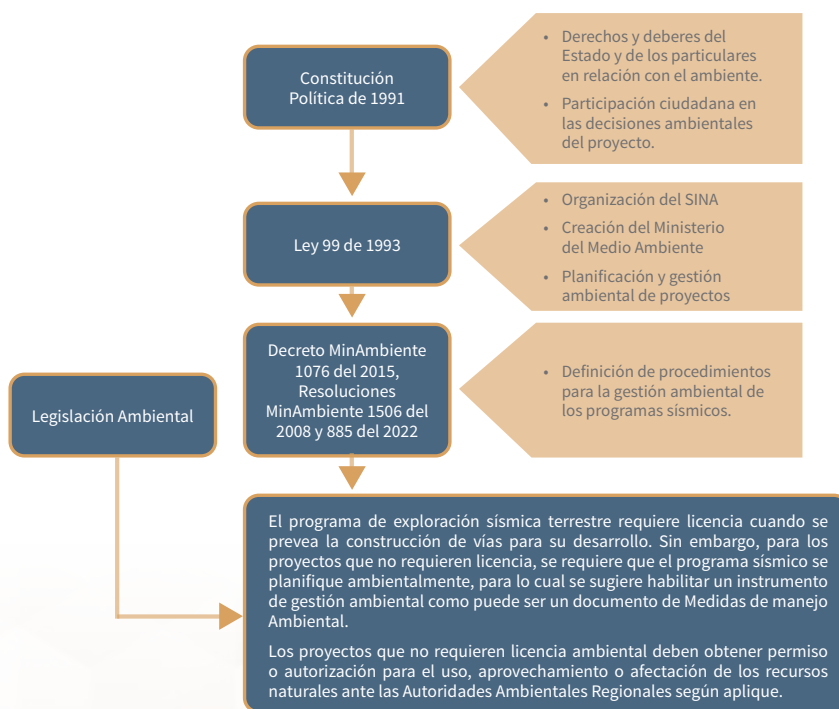
### GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA EXPLORACIÓN SÍSMICA

La exploración sísmica terrestre, salvo cuando se prevé la construcción de vías, no se considera que genere un deterioro grave al ambiente para hacer exigible la licencia ambiental. Esta realidad fue reconocida por el Decreto MinAmbiente 1076 del 2015 en el capítulo 3, el cual estableció los requisitos para exigir licencia ambiental a proyectos sísmicos. Para los programas sísmicos que requieren la construcción de vías nuevas se deberá elaborar el EIA de acuerdo con el contenido de los términos de referencia que expida el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (<http://portal.anla.gov.co/terminos-referencia>), en caso de que no se cuente con ellos, la Autoridad Ambiental competente expedirá términos específicos a solicitud del interesado.

En el caso de que el proyecto no requiera de licencia ambiental, los permisos para el uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales se deben obtener ante la autoridad ambiental competente y los requerimientos adicionales de las CAR, atendiendo la experiencia territorial en proyectos de sísmica terrestre. En las **tablas 3.1 y 3.2** se relaciona la normatividad ambiental vigente que precisa los permisos que se deben obtener, así mismo, la normas que regulan el desarrollo de este tipo de proyectos. Se debe considerar que la normatividad puede ser modificada, sustituida o derogada, por lo que se debe hacer una actualización de las normas referidas para cada proyecto de manera específica.

A pesar de que la regulación referida al patrimonio arqueológico y el manejo cultural no es ambiental, es de importancia este tema para los proyectos de exploración sísmica terrestre. Dentro de la normatividad vigente relacionada con arqueología y que es relevante para proyectos de exploración sísmica, se debe considerar: el Decreto de MinCultura 763 de 2009, por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material, en particular lo señalado en el artículo 55 que determina que el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) única entidad facultada por las disposiciones legales para aplicar el régimen de manejo del patrimonio arqueológico tanto en el nivel nacional, como en los diversos niveles territoriales. Igualmente, se debe considerar el Decreto MinCultura 138 de 2019 que modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto MinCultura 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura.

**Figura 3.1. Marco legal de la gestión ambiental**



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3.1. Normas ambientales aplicables a la exploración sísmica**

NORMA	MATERIA
Constitución Política de Colombia 1991	Derechos y deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental. Artículos que regulan principios ambientales: 1, 2, 3, 7, 8, 20, 23, 40, 55, 74, 79, 81, 82, 86, 87, 88, 95, 286, 287, 288, 330, 332.
Decreto-Ley 2811 de 1974 - Código de Recursos Naturales	Utilización de los recursos naturales renovables y del ambiente. Refiere además las medidas de protección necesarias para la garantizar la calidad de las fuentes de aguas subterráneas.
Ley 09 de 1979 - Código Sanitario Nacional	Legislación sanitaria (gestión ambiental de residuos). Establece las disposiciones generales de las aguas subterráneas para el correcto aprovechamiento de los pozos de aguas subterráneas.
Ley 373 de 1997	Reglamenta el uso eficiente y ahorro del agua
Ley 134 de 1994	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana
Ley 1252 del 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos, y se dictan otras disposiciones.
Ley 99 de 1993	Creación del Ministerio del Medio Ambiente y organización del SINA.
Ley 2.ª de 1959	Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.  Establece con carácter de “Zonas Forestales Protectoras” y “Bosques de Interés General”, las áreas de reserva forestal nacional del Pacífico, Central, del Río Magdalena, de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la Serranía de los Motilones, del Cocuy y de la Amazonía.
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Ley 2387 de 2024	“Por medio de la cual se modifica el procedimiento sancionatorio ambiental, Ley 1333 de 2009 con el propósito de otorgar herramientas efectivas para prevenir y sancionar a los infractores y se dictan otras disposiciones”
Decreto MinAmbiente 1076 del 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto MinEnergía 1073 de 2016	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía
Decreto MinAgricultura 1541 de 1978 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Regula lo referente a aguas superficiales y subterráneas, permiso de ocupación de cauces.
Decreto MinAmbiente 2667 del 2012 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Reglamenta las tasas retributivas por uso directo del agua como receptor de vertimientos y se toman otras determinaciones.
Decreto MinAmbiente 2099 del 2016	Por el cual se modifica el Decreto MinAmbiente 1076 de 2015, en lo relacionado con la “Inversión forzosa por la utilización del agua tomada directamente de fuentes naturales y se toman otras disposiciones”
Decreto MinAmbiente 2372 del 2010 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Por el cual se reglamentan el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
Decreto MinAmbiente 1090 del 2018	"Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones"
Decreto MinAmbiente 2041 de 2014 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Regula el otorgamiento de licencias ambientales.
Decreto 2106 de 2019 de la Presidencia de la República	Dicta las normas para simplificar, suprimir y reformar trámites en la administración pública, elimina un requisito que garantizaba mayor protección a las especies de flora silvestre en estado de amenaza, como las orquídeas, bromelias, robles, palma de cera, entre otras

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3.2. Normas adicionales específicas a considerar en la Guía Básica Ambiental de Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre**

NORMA	OBJETIVOS
Resolución MinAmbiente 2202 de 2005	Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Trámites Ambientales.
Decreto MinAmbiente 1299 de 2008 (Compilado en el DUR 1076 del 2015).	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.
Resolución MinAmbiente 0077 de 2019	"Por la cual se establecen fechas para la presentación de Informes de Cumplimiento Ambiental en el marco del proceso de seguimiento ambiental de proyectos de competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y se dictan otras disposiciones".
Resolución MinAmbiente 1058 de 2021	"Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 2202 del 2005 y se adoptan otras disposiciones".
Ley 09/79 Código Sanitario Nacional	Legislación sanitaria (gestión ambiental de residuos). Establece las disposiciones generales para el correcto aprovechamiento de los pozos de aguas subterráneas.
Decreto MinAmbiente 155 de 2004 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
Decreto MinAmbiente 4742 de 2005	"Por el cual se modifica el Art. 12 del Decreto 155 de 2004, mediante el cual se reglamenta el Art. 43 de la ley 99 de 1993 sobre la tasa de utilización de aguas".
Decreto MinAmbiente 3930 de 2010 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	"Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 11- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones"
Decreto MinAmbiente 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
Resolución MinAmbiente 631 del 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y se dictan otras disposiciones.
Decreto MinAmbiente 050 de 2018	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, en relación con los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos", donde se precisa obligaciones de los planes de contingencia.
Resolución MinAmbiente 955 de 2012	"Por la cual se adopta el Formato con su respectivo instructivo para el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico".
Resolución MinAmbiente 1257 del 2018	"Por la cual se desarrollan los parágrafos 1º y 2º del artículo 2.2.3.2.1.1.3 del Decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015", referente a la formulación del plan de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.
Resolución MinAmbiente 1256 del 2021	"Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones".
Resolución MinAmbiente 699 del 2021	"Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas tratadas al suelo, y se dictan otras disposiciones".
Decreto MinVivienda 2981 del 2013 (compilado en el Decreto 1077 del 2015)	"Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo".
Decreto MinVivienda 1077 de 2015	Reglamenta la prestación del servicio público de aseo a las personas prestadoras de residuos aprovechables y no aprovechables.

NORMA	OBJETIVOS
Resolución MinVivienda 754 de 2014	“Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos”
Resolución MinAmbiente 0803 de 2024	Contiene la nueva reglamentación para la eliminación gradual de los plásticos de un solo uso que busca promover la economía circular con la participación de todos los actores de la cadena del reciclaje.
Resolución MinAmbiente 472 de 2017	Regula la gestión integral de residuos generados en labores de construcción y demolición.
Resolución MinAmbiente 1407 de 2018	“Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos y envases de papel, cartón, plástico y se toman otras determinaciones”.
Resolución MinAmbiente 2184 de 2019	“Por la cual se modifica la Res. 668 del 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras determinaciones”.
Resolución MinAmbiente 1257 de 2021	Por la cual se modifica la Res. 0472 del 2017 sobre gestión integral de residuos generados en labores de construcción y demolición.
Decreto MinAmbiente 948 de 1995 (Compilado en el Decreto 1076 del 2015)	Se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, Decreto - Ley 2811 de 1974; Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire
Resolución MinAmbiente 2254 del 2017	“Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones”.
Resolución MAVDT 910 de 2008	“Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones”.
Resolución MinAmbiente 1111 de 2013	Por la cual se modifica la Resolución 910 de 2008, respecto de las emisiones en fuentes móviles.
Resolución MinAmbiente 2502 del 2018	Extiende la vigencia de la Resolución 910 del 2008 y 1111 del 2013.
Decreto MinAmbiente 926 de 2017 (Modifica el DUR 1076 de 2015)	Por el cual se modifica el epígrafe de la parte 5 y se adiciona el Título 5 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016. Tiene por objeto reglamentar el procedimiento para hacer efectiva la no causación del impuesto nacional al carbono.
Resolución del MAVDT 627 de 2006	“Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”.
Decreto MinTransporte 1609 de 2002 (Compilado en Decreto 1079 del 2015)	por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto MAVDT 4741 de 2005 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Resolución MAVDT 371 de 2006	Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos.
Resolución MAVDT 1362 del 2 de agosto de 2007	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 2005.
Resolución MAVDT 1511 de 2010	“Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas”.
Resolución MAVDT 1297 de 2010	“Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones”

GUÍA BÁSICA AMBIENTAL PARA PROGRAMAS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA TERRESTRE

NORMA	OBJETIVOS
Resolución MinAmbiente No. 361 de 2011	Por la cual se modifica la Resolución 372 de 2009- Planes de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido.
Decreto Presidencial 351 de 2014	“Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades”
Decreto Presidencial 1496 de 2018	“Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química”
Decreto MAVDT 2372 de 2010 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
Resolución MinAmbiente 1526 de 2012	“Por la cual se señalan las actividades de bajo impacto ambiental y que además, generan beneficio social, de manera que se puedan desarrollar en las áreas de reserva forestal, sin necesidad de efectuar la sustracción del área y se adoptan otras determinaciones”
Resolución MinAmbiente 110 del 2022	“Por la cual se establecen las actividades, requisitos y procedimiento para la sustracción de área de las reservas forestales nacionales y regionales para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública e interés social y se dictan otras disposiciones”
Resolución MinAmbiente 590 del 2018	Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción temporal y definitiva especial de áreas de Reserva Forestal establecidas mediante la Ley.
Decreto Presidencial 1868 de 2021	“Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia frente a pérdidas de contención de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas, y se adiciona el Capítulo 7 al Título 1 de la Parte 3 del Libro 2 del Decreto 1081 del 2015, Decreto Reglamentario del Sector Presidencia de la República.”
Decreto Presidencial 4299 de 2005	“Por el cual se reglamenta el artículo 61 de la Ley 812 de 2003 y se establecen otras disposiciones”. Regula la cadena de distribución de hidrocarburos.
Decreto MinEnergía 139 de 2005 (compilado en el DUR 1073 de 2015).	Por el cual se modifican los parágrafos 2° y 3° del artículo 23 del Decreto 3683 del 19 de diciembre de 2003.
Resolución MinAmbiente 0855 del 2022	"Por la cual se señalan los casos en los que no se requerirá adelantar trámite de modificación de la licencia ambiental o su equivalente, para aquellas obras o actividades consideradas cambios menores o de ajuste normal dentro del giro ordinario de los proyectos del sector hidrocarburos"
Resolución MinAmbiente 1767 de 2016	Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias y se adoptan otras determinaciones.
Decreto MinEnergía 2253 de 2017	“Por el cual se reglamenta el artículo 365 de la Ley 1819 de 2016 y se adiciona el Decreto Único del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en relación con el incentivo a las inversiones en hidrocarburos y minería”.
Resolución Inderena 213 de 1977	Estableció la veda de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quichés y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos que hacen parte de los hábitats de tales especies.
Decreto MinAmbiente 1791 de 1996 (Compilado en el DUR 1076 del 2015)	Establece el Régimen de Aprovechamiento Forestal.
Resolución MinAmbiente 1912 del 2017	“Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”
Resoluciones MinAmbiente 256 de 2018 y 1428 de 2018	Por la cual se adopta el manual de compensaciones ambientales del componente biótico y su actualización.

La Ley 99 de 1993, en su artículo 1, estableció los principios generales que rigen la política ambiental colombiana y que, por tanto, orientan la gestión ambiental de los proyectos, obras o actividades. En la tabla 3-3 se recogen algunos principios que trascienden a los proyectos de exploración sísmica terrestre.

**Tabla 3.3. Principios generales de política ambiental (síntesis)**

PRINCIPIO	COMENTARIOS
El proceso de desarrollo económico y social se orientará según los principios universales del desarrollo sostenible (Declaración de Río de Janeiro, 1992).	Reconoce la necesidad de utilizar recursos del ambiente para el desarrollo, pero establece su uso racional ya que ellos son finitos.
La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.	El concepto de biodiversidad se aplica también a la diversidad de razas y culturas del país.
Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de ronda hídrica de los cuerpos de agua serán objeto de protección especial.	En la práctica en estas áreas se restringe la actividad industrial, para nuestro caso la exploratoria, acorde con normatividad vigente. (Decreto 2811 de 1974 o Código Nacional de Recursos Naturales, Decreto 1449 de 1977 y Ley 233 del 2018)
Prohibir la exploración o explotación minera de cualquier tipo o de hidrocarburos en ecosistemas de páramo y sus zonas de amortiguamiento.	Determinado en el Decreto 052 del 2021.
En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.	Obliga a estudiar usos del agua para decidir sobre captaciones para el proyecto.
Principio de precaución	La adopción de medidas para evitar la degradación ambiental no requiere certeza científica.
El estudio de impacto ambiental, caracterizaciones ambientales y las medidas de manejo ambiental, instrumento básico para la toma de decisiones.	Define el peso de la variable ambiental en la toma de decisiones sobre los proyectos o actividades.
El manejo ambiental del país será descentralizado, democrático, participativo y de acuerdo con el marco regulatorio vigente.	Reafirma la participación ciudadana en la identificación de posibles impactos y socialización del manejo ambiental, relacionadas con la ejecución de proyectos que puedan afectar el ambiente.

Fuente: elaboración propia.

Las siguientes Guías y Normas Técnicas Colombianas (GTC y NTC, respectivamente) son complementarias en la aplicación de esta guía y se citan para que sean consideradas en el desarrollo de la gestión ambiental de los proyectos, en el caso de que apliquen.

- NTC 5067:2002. Planificación y Gestión Ambiental de Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre
- NTC ISO 14001: 2015. Establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).
- GTC 24: 2009. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.
- GTC 86: 2003. Gestión ambiental Residuos Guía para la implementación de la gestión integral de residuos
- GTC 53-2: 2004, Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.
- GTC 53-3:1998. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio.
- GTC 53-4:2003. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón.

- GTC 53-7:2006. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.
- GTC 53-8:2006. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la minimización de los impactos ambientales de los residuos de envases y embalaje.
- GTC 250: 2014. Guía de buenas prácticas sociales para la exploración y explotación de hidrocarburos.
- NTC 3966:1996. Transporte de mercancías peligrosas, Clase 1. Explosivos. Transporte terrestre por carretera.

Versión 2  
Octubre 2024

## 3.2. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

SIS-3-020

En los proyectos de exploración sísmica terrestre, atendiendo a la no exigibilidad del trámite de licencia ambiental el cual se reserva de manera excepcional para aquellos proyectos en los que se realizará construcción de vías, debe atenderse el debido cumplimiento de la normatividad existente en materia de participación ciudadana, que para este caso debe traducirse en la efectiva realización de espacios de comunicación e información a las comunidades existentes en el área del polígono del proyecto, sobre el objeto del proyecto, las actividades que serán ejecutadas y los impactos que este generará en el ambiente, explicando las medidas de manejo previstas y a las que se dará cumplimiento, en el marco de estrategias pedagógicas que permitan la efectiva apropiación del conocimiento y participación informada en los espacios por parte de los grupos de interés involucrados. De igual manera, se informará a la comunidad sobre la existencia de espacios e instancias, según la organización que defina cada empresa, para la debida atención de sus solicitudes y peticiones.

Para el desarrollo de los proyectos sísmicos en lo relacionado con la participación de los actores sociales del área del proyecto, se sugiere seguir los lineamientos previstos en la tabla 3-4, en particular si hay comunidades étnicas en el área del proyecto de acuerdo con la legislación vigente. Adicionalmente, para la gestión de los aspectos sociales del proyecto se recomienda considerar la norma “GTC 250: 2014 Guía de buenas prácticas sociales para la exploración y explotación de hidrocarburos” y la “Guía de participación ciudadana para el licenciamiento ambiental” expedida por la ANLA (tomado de [www.anla.gov.co](http://www.anla.gov.co)), las cuales consignan los lineamientos para el relacionamiento con las comunidades y autoridades del área del proyecto.

La importancia de la participación nace de la Constitución Política y del derecho fundamental que tienen las personas a gozar de un ambiente sano. Con base en ello, se ha desarrollado una amplia legislación (Ver tabla 3-5) que debe ser tenida en cuenta en la planificación y operación de las actividades exploratorias en materia de gestión social.

En los proyectos de exploración sísmica se debe tener presente el derecho de las comunidades étnicas a la consulta pública, acorde con lo establecido en el Decreto 1066 de 2015 y la Directiva Presidencial 010 de 2013. La consulta “Es el derecho fundamental de estos pueblos a participar en las decisiones sobre los proyectos de desarrollo que pretendan realizarse en sus territorios, buscando de esta manera proteger su integridad cultural, social y económica” (ANLA, 2018). Por lo anterior, el interesado debe atender el cumplimiento de los mecanismos de participación ciudadana establecidos en la normatividad vigente.

**Tabla 3.4. Lineamientos de participación en proyectos de exploración sísmica**

ESTAMENTO LOCAL	LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN	ETAPA DE APLICACIÓN	FORMALIZACIÓN
Autoridades regionales y locales	Acercamiento e información sobre el proyecto y sus implicaciones ambientales y sociales en el área del proyecto. Visitas de inspección conjuntas, en los casos que se requiera.	Preoperativa, durante la ejecución del proyecto y en el cierre.	Correspondencia, agendas de trabajo y constancias del caso.
Ciudadanos y comunidades organizadas	Acercamiento, información y comunicación sobre el proyecto a desarrollar y la incidencia y manejo ambiental previsto. Definición de necesidades de capacitación ambiental.	Preoperativa, durante la ejecución del proyecto y en el cierre.	Soportes que acrediten la realización de los espacios de información y comunicación (Levantamiento de actas y/o memorias de reunión, documentos filmicos o fotográficos, soportes de convocatorias a reuniones).
	Presentación de resultados del desarrollo del Programa Sísmico (aspectos ambientales, técnicos, administrativos y sociales).	Durante el cierre del proyecto.	Soportes que acrediten la realización de los espacios de información y comunicación (Levantamiento de actas y/o memorias de reunión, documentos filmicos o fotográficos, soportes de convocatorias a reuniones).
Comunidades étnicas	Cumplimiento de la normatividad vigente respecto del proceso de consulta previa, regulado por el MinInterior.		
Aplica para todos los grupos de interés	Atención de inquietudes, peticiones, quejas, reclamos y solicitudes	Durante todas las etapas del proyecto	Registro de recibo, atención y cierre de las Inquietudes, peticiones, quejas, reclamos y solicitudes

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3.5. Normatividad de participación ciudadana en proyectos de exploración sísmica**

NORMA	OBJETO
Constitución Política de Colombia de 1991	Protección al ambiente, participación ciudadana (Artículos 1, 2, 7, 3, 8, 20, 23, 40, 74, 79, 81, 82, 86, 87, 88, 95, 286, 287, 288, 332)
Ley 99 de 1993	Protección al ambiente, participación ciudadana (Artículos 12, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82)
Convenio 169 de la OIT	Refleja el consenso de los mandantes tripartitos sobre los derechos de los pueblos indígenas y tribales dentro de los Estados-Nación en los que viven y las responsabilidades de los gobiernos de proteger estos derechos.
Ley 70 de 1993	Reconocer a las comunidades negras que han venido ocupando tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la Cuenca del Pacífico, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, el derecho a la propiedad colectiva.
Ley 21 de 1991	Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989
Ley 134 de 1994	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
Ley 397 de 1997	Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias

## GUÍA BÁSICA AMBIENTAL PARA PROGRAMAS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA TERRESTRE

NORMA	OBJETO
Ley 2273 de 2022	Por medio de la cual se aprueba el Acuerdo de Escazú para el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales.
Decreto 1320 de 1998	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
Decreto 1777 de 1996	Por el cual se reglamenta la creación, los propósitos y el desarrollo de las Zonas de Reserva Campesina
Decreto- Ley 2893 de 2011	Por el cual se modifican los objetivos, la estructura orgánica y funciones del Ministerio del Interior y se integra el Sector Administrativo del Interior – Participación ciudadana.
Decreto 200 de 2003	Por el cual se determinan los objetivos y la estructura orgánica del Ministerio del Interior y de Justicia, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2164 de 1995.	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIV de la Ley 160 de 1994 en lo relacionado con la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas para la constitución, reestructuración, ampliación y saneamiento de los Resguardos Indígenas.
Decreto Minambiente 330 del 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
Decreto 1372 de 2018	Por el cual se adiciona el Capítulo 4, al Título 1, de la Parte 5, del Libro 2 del Decreto 1066 de 2015, para regular el Espacio Nacional de Consulta Previa de las medidas legislativas y administrativas de carácter general susceptibles de afectar directamente a las comunidades negras.
Decreto 2613 de 2013	Por el cual se adopta el Protocolo de Coordinación Interinstitucional para la consulta previa
Decreto 1397 de 1996	Por el cual se crea la Comisión Nacional de Territorios Indígenas y la Mesa Permanente de Concertación con los pueblos y organizaciones indígenas y se dictan otras disposiciones.
Directiva Presidencial 010 del 2013	Desarrolla de forma delimitada los procesos de certificación de presencia o no de comunidades étnicas y el desarrollo metodológico de las consultas previas.

Fuente: elaboración propia.



# 4.

## PLANEACIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA DE EXPLORACIÓN SÍSMICA

- 4.1. Planeación ambiental del proyecto
- 4.2. Selección de la fuente de energía
- 4.3. Organización para la gestión ambiental

Versión 2  
Octubre 2024

## 4.1. PLANEACIÓN AMBIENTAL DEL PROGRAMA

SIS-4-010

En la fase de diseño del programa sísmico se requiere involucrar variables ambientales, para lo cual es importante que la operadora precise su política ambiental y sus objetivos que va a materializar en el proyecto, con el fin de que sean considerados por el grupo de especialistas en geofísica en el grupo de variables que permitirán la definición del tipo de fuente a utilizar en el proyecto y los ajustes en el diseño y actividades operativas. Esto permite determinar el manejo óptimo para las zonas de manejo ambientalmente sensibles identificadas en el área y gestionar los aspectos ambientales relevantes del proyecto.

La planeación ambiental debe darse dentro del contexto de la necesidad que tiene la empresa de desarrollar el proyecto en armonía, respetando las condiciones ambientales área y asegurando el cumplimiento de la normatividad que le aplica. En las siguientes labores ambientales se definen tres momentos importantes:

- Elaboración del EIA para la obtención de la licencia ambiental (en caso de que aplique).
- Solicitud y obtención de los permisos de aprovechamiento de recursos requerido ante las autoridades locales competentes (cuando no se requiere licencia ambiental), utilizando los formatos establecidos en las Resoluciones 2202 del 2005 y 1058 del 2021.
- Elaboración del documento de MMA que se aplicará en desarrollo de la actividad exploratoria.

La planeación para un programa sísmico exitoso requiere de una línea base detallada con información de referencia biológica, física y socioeconómica, que debe formar parte de la planeación ambiental y operativa del proyecto. Para los proyectos que no requieren de obtención de licencia ambiental (acorde con el Decreto 1076 del 2015), se sugiere levantar información de línea base del área con el detalle apropiado que permita caracterizar ambientalmente el área donde se desarrolla el proyecto.

Según la *International Association of Geophysical Contractors (IAGC, 2017)*, al planificar y realizar adquisición sísmica se deben considerar en lo posible:

- Entornos físicos donde se desarrolla el proyecto como: selvas, desiertos, montañas, zonas inundables y humedales, así como áreas desarrolladas de agricultura, extracción de minerales o población humana;
- Comunidades potencialmente afectadas, considerar sus necesidades, sensibilidades sociales, culturales y económicas;
- Impactos potenciales en las poblaciones animales y la vegetación;
- Desarrollo de actividades incluyendo la planeación, acceso, limpieza, operaciones de fuentes acústicas, apoyo logístico, campamentos y actividades de restauración y limpieza;
- Regulaciones ambientales locales y nacionales;
- Educación y conciencia de las partes interesadas sobre el proceso, sus impactos y el manejo previsto;
- Monitoreo ambiental en desarrollo de las actividades;
- Percepción por parte de las personas con la protección del ambiente.
- Equilibrio de la seguridad y la salud de las personas con la protección del ambiente.

A nivel de referencia, la información biológica que se recolecte e incorpore al estudio ambiental será tomada a partir de sensores remotos, información secundaria, trabajo de campo y otras opciones que permitan realizar un diagnóstico completo y actual del área donde se desarrollará el proyecto. Así mismo, se deben identificar en lo posible:

- Ecosistemas sensibles y estratégicos en el ámbito local, regional, nacional (p. e. humedales, páramos, manglares, bosques secos, arrecifes coralinos, pastos marinos, entre otros);
- Áreas sensibles y estratégicas identificadas en el ámbito local, regional, nacional (p. e. zonas de recarga de acuíferos, rondas hídricas, entre otras);
- Áreas con prioridades de conservación contempladas por Parques Nacionales Naturales de Colombia;
- Áreas de Reservas Forestales Protectoras Nacionales;
- Áreas protegidas (de carácter público o privado) legalmente declaradas;
- Zonas amortiguadoras declaradas para las áreas protegidas del SPNN (en caso de que las hubiere);
- Áreas reguladas (reservas forestales, reservas de la sociedad civil, etc.) y zonas con función amortiguadora;
- Áreas de reserva forestal definidas por la Ley 2 de 1959 y sus reglamentaciones;
- Áreas con distinciones internacionales (estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad);
- Áreas con protección conferida por los instrumentos de ordenamiento o planificación del territorio;
- Áreas de reglamentación especial (p. e. Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICA, Patrimonio de la Humanidad).

De manera general, es necesario tener en cuenta los determinantes ambientales establecidos por las CAR, los Planes de Manejo de Áreas Protegidas, los Planes de Ordenamientos y Manejo de Cuencas adoptados y el régimen de usos establecidos en los POT de cada municipio.

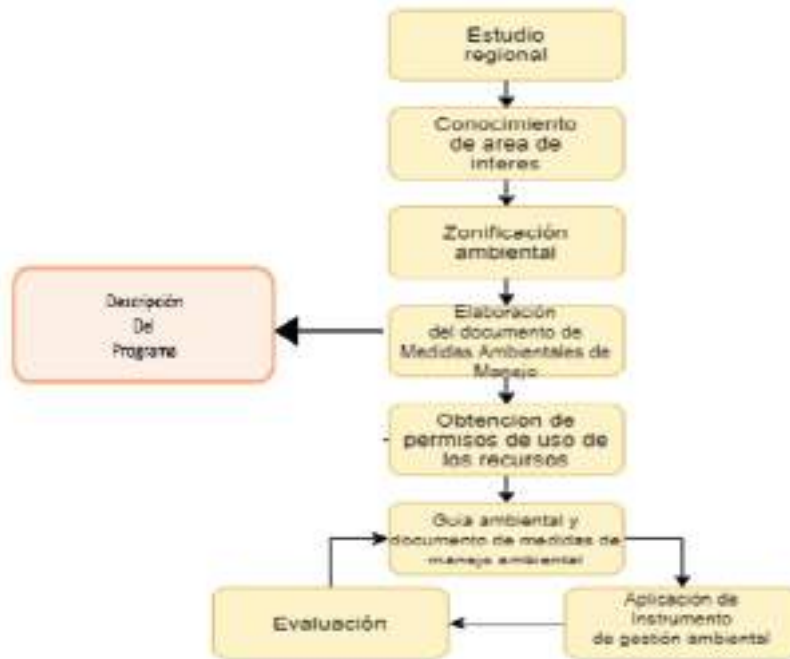
Finalmente, se deben identificar con el detalle necesario las especies de fauna silvestre predominante en el área, con especial análisis de las que se encuentren en algún nivel de riesgo o que se puedan ver más afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.

La información física incluye áreas geomorfológicamente inestables, con restricciones para ubicar logística operativa o para desarrollar actividades de exploración, la presencia de zonas bajas e inundables, fuentes para captación de agua e identificar alternativas para realizar vertimientos del agua residual. La información de las comunidades incluye su identificación, así como caminos, accesos y vías fluviales, áreas de caza y pesca, e identificación de comunidades étnicas y afrodescendientes o con regulación específica como reservas campesinas, etc.

Las medidas de diversa naturaleza (técnica, operativa o ambiental) serán definidas para asegurar la correcta gestión ambiental del programa sísmico, e integrarán en las fases tempranas del proyecto las medidas de manejo correspondientes, buscando prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos inevitables causados por la intervención. El proceso de planificación ambiental del proyecto sísmico puede conceptualizarse en la forma indicada en la figura 4.1. Se precisa que la operadora está en libertad de formular el documento de medidas de manejo ambiental para el proyecto (sea o no requerido por la autoridad ambiental local) o tomar la GBPEST como referencia para la gestión ambiental del proyecto.

El estudio ambiental debe diseñarse no solo para cumplir con los requisitos reglamentarios del gobierno, sino para proporcionar información útil para la planeación y desarrollo del proyecto.

**Figura 4.1. Planeación ambiental de la exploración sísmica**



Fuente: elaboración propia.

La Guía Básica Ambiental maneja 4 elementos básicos de la gestión (Figura 4.2) que se integran a la planificación ambiental, así:

- Desarrolla elementos de planeación para las actividades del programa. Establece criterios y propone soluciones dejando libertad de acción en la selección de alternativas adecuadas para el manejo de los impactos.
- Propone estrategias y mecanismos de control y autorregulación.
- Establece la comunicación del programa con las partes interesadas en su manejo ambiental, tanto al nivel interno (compañía de sísmica - responsable del proyecto) como a nivel externo (responsable del programa con autoridades, comunidad u organizaciones).
- Desarrolla conceptos de mecanismos de seguimiento y monitoreo, o hace uso de herramientas administrativas como la interventoría ambiental.

**Figura 4.2. Elementos de la gestión**



Fuente: elaboración propia.

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las etapas que se contemplan en la adquisición de todos los datos concretan la interacción del proyecto sísmico con el ambiente y representan el primer contacto entre la industria del petróleo y las comunidades que habitan las áreas de interés. En la realización de estos trabajos no hay diferencias sustanciales entre las sísmicas 2D y 3D, que desarrollan las mismas actividades. La diferencia se establece en la disposición de las líneas fuentes y receptoras que, para el caso 2D no es una malla, sino que son líneas sobre las cuales se disponen tanto fuentes como receptoras, mientras que para el 3D se establecen líneas para fuentes y para receptoras, formando una grilla. Un mayor detalle de estas labores que implica el desarrollo de un proyecto de exploración sísmica tanto de 2D como 3D, se muestra en el capítulo 5.

En la **figura 4.3** se muestran y describen a nivel general las etapas principales del desarrollo de la prospección sísmica. Así mismo, se detallan las actividades que se deben desarrollar de los aspectos sociales y ambientales, las cuales se ampliarán más adelante.

## 2. CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DEL ÁREA

Para lograr un proyecto sísmico exitoso es importante contar con un conocimiento del área desde fases tempranas a partir de una caracterización que involucre información secundaria e información recolectada directamente en campo del área del proyecto. A continuación, se detallan acciones pre operativas que aseguran el desarrollar un programa de exploración sísmica, considerando desde sus inicios el componente ambiental, propuesta que se toma del “*Instructivo para la Caracterización Geofísica en Áreas para el Diseño y Análisis de Factibilidad en Programas de Exploración Sísmica Terrestre*” de Ecopetrol.

### Caracterizaciones geofísica, geológica y otras asociadas

Durante la etapa de planeación del programa sísmico se debe realizar una caracterización del área, donde se incluyan aspectos tales como geología, geofísica, logística y operativa, para así apropiar los requerimientos iniciales y conceptos para su implementación, como insumo básico en el diseño y planeación de los programas sísmicos.

**Figura 4.3. Fases y actividades a desarrollar en desarrollo de un proyecto de exploración sísmica**

ETAPA	• ACTIVIDADES PRINCIPALES
PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización y delimitación de las áreas ambientalmente frágiles o sensibles en el área del proyecto.</li> <li>• Consideraciones ambientales.</li> <li>• Definición del diseño sísmico.</li> <li>• Obtención de licencia ambiental o elaboración de MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL según aplique.</li> <li>• Obtención de permisos ambientales que apliquen.</li> <li>• Diseño de logística.</li> <li>• Gestión social; relaciones con comunidad y autoridades por parte de la operadora.</li> </ul>
FASE PREOPERATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuración del Sistema de gestión Ambiental para el proyecto.</li> <li>• Valoración de los recursos naturales a utilizar.</li> <li>• Gestión social: Socialización del proyecto con comunidad y autoridades, como trabajo previo de la operadora.</li> <li>• Concertación con propietarios de predios.</li> <li>• Ajustes a la planificación del proyecto.</li> </ul>

ETAPA	• ACTIVIDADES PRINCIPALES
FASE PREOPERATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de helipuertos y zonas de descarga.</li> <li>• Ubicación del campamento base y campamentos volantes (fijo o temporal).</li> <li>• Obtención de permisos de acceso a predios privados, previendo la valoración de su estado.</li> <li>• Levantamiento de actas viales evaluando su estado inicial, dejando un registro fílmico o fotográfico.</li> <li>• Contratación de personal - Capacitación de personal.</li> </ul>
OPERACIÓN EN CAMPO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los dos métodos de adquisición de datos considerados en esta guía (fuentes impulsivas y fuentes vibratorias) se deberá: 1) verificar el cumplimiento de las distancias de los elementos socio ambientales establecidos en el capítulo 6, fichas 130 Activación de Fuentes Sísmicas Tipo Sismigel y Registro y 140 Adquisición de Datos Utilizando Vibros.</li> <li>• Levantamiento de actas de inventario de la infraestructura social a lo largo de las líneas.</li> <li>• Para adquisición de datos con fuentes impulsivas: - construcción de campamentos y helipuertos - trocha y topografía - Verificación de retiros y franjas de restricción - perforación - cargue y tacado de pozos - tendido material de registro - detonación de cargas, registro y restauración de pozos - evaluación de impactos por la detonación de cargas y reconformación del área de operaciones.</li> <li>• Para adquisición de datos con fuentes vibratorias: - construcción de campamentos - Topografía - Verificación de retiros y franjas de restricción - adecuación de acceso de vibros (en casos que aplique) - tendido material de registro - vibración - retiro de material de registro - Restauración.</li> <li>• Restauración y desmantelamiento: limpieza de trochas y áreas ocupadas - desmantelamiento de campamentos - revegetalización en áreas intervenidas</li> </ul>
FASE POSTOPERATIVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento de actas pos registro de los elementos socio ambientales y áreas intervenidas en predios privados - levantamiento posterior de actas viales - información a las comunidades y de cierre con la comunidad .</li> </ul>
ABANDONO DEL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquidación de personal - pago de daños e indemnizaciones - obtención de paz y salvos - Cierre (ambiental y social)</li> <li>• Evaluación expost (ver capítulo 7 ficha 020)</li> </ul>

Esta caracterización incluye tres fases que pueden ser realizadas de manera simultánea o en diferentes momentos del estudio. Dichas fases son:

- Caracterización para diseño sísmico.
- Reconocimiento del área de estudio.
- Caracterización para la logística operativa final.

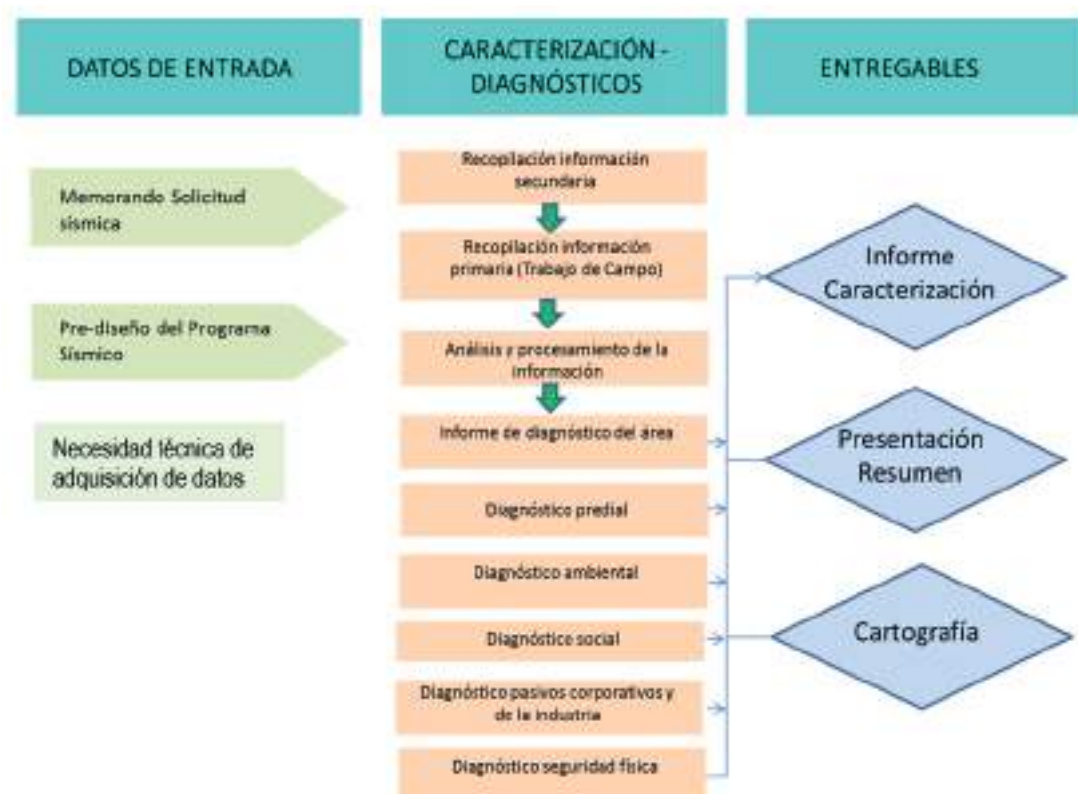
Esta caracterización geológica y geofísica busca sentar las bases para:

- Realizar un diagnóstico preliminar de las características técnicas, geológica, geofísica, logística, operativa y elementos socio-ambientales relevantes del área de interés y la identificación de zonas/elementos sensibles y áreas de manejo especial, con el fin de prever las posibles restricciones para ajuste del diseño y el normal desarrollo de las actividades de exploración sísmica que se proponen realizar en el área.
- Llevar a cabo la identificación preliminar de riesgos logísticos operativos, lo que permita desde fases tempranas recomendar los controles necesarios a tener en cuenta durante el proceso de planeación contractual.

- Plantear recomendaciones para la operación sísmica, acordes con las características y restricciones socio-ambientales evidenciadas en el área objeto de caracterización.
- Establecer el contenido mínimo del informe de caracterización técnica, geológica, geofísica, logística y operativa de áreas, que soporte la toma de decisiones para la definición del diseño sísmico final ajustado y estimación del presupuesto de programas sísmicos.

Con el fin de realizar una descripción estructurada y buscando conseguir los objetivos planeados, la caracterización de áreas para el diseño de programas de exploración sísmica 2D / 3D se ha dividido en las siguientes actividades secuenciales (figura 4.4).

**Figura 4.4. Proceso para la caracterización geofísica y geológica en áreas de exploración sísmica**



Fuente: elaboración propia.

Una vez recibida la información básica de entrada, se procede con la consecución de la información secundaria que servirá como insumo básico en la caracterización geofísica, la cual incluye cartografía, estudios ambientales (EIA, PMA, MMA, entre otros), informes finales de operaciones (proyectos exploratorios), actos administrativos emitidos por autoridades ambientales, estadísticas, entre otros.

Una vez recopilada y analizada la información secundaria, se identificarán aspectos críticos que deberán ser validados con trabajo en campo. Toda esta información debe ser georreferenciada e integrada a la cartografía final del proyecto en etapa de ajuste de diseño sísmico. La necesidad técnica debe ser el elemento a tener en cuenta en la selección de la fuente de energía para el proyecto; el uso de una u otra obedece a una suma de variables que determinan la factibilidad de su implementación. Además de las condiciones topográficas o de relieve, se deben tomar en cuenta la facilidad de accesibilidad (crítico en el caso de los vibradores), la vegetación presente, la humedad de los suelos, la geología superficial, la importancia de la hidrogeología

subsuperficial del área, el uso del suelo y otros factores. Todo esto sumado a la profundidad de investigación necesaria.

Basados en el análisis de información secundaria, se recomienda realizar una validación de los componentes relevantes, identificando en campo las principales características del área en temas específicos tales como:

- **Geofísica**

Análisis de pre-factibilidad de líneas 2D / AID 3D y definición de propuestas de reubicación de estas en caso necesario. Identificación y análisis de potenciales fuentes de ruido que puedan afectar la señal sísmica, recolección de información para alternativas en el estudio de modelamiento y trazado de rayos.

Identificación y validación de principales aspectos reflejados en campañas de adquisición sísmica anteriores en el área y que pudieron afectar la señal sísmica/logística. A partir de ello, proponer ajustes en el diseño o parámetros de este. Análisis de las condiciones del área y su compatibilidad con el uso de nuevas tecnologías o tecnologías no convencionales en la etapa de adquisición y que impliquen ajuste y análisis desde diseño.

- **Geología**

En lo posible, identificar las principales unidades litológicas y los tipos de depósitos. Serán soportados mediante registros fotográficos y puntos de control; esta información se puede determinar a partir de observación directa de taludes, afloramientos, cauces de ríos, etc.

- **Geomorfología - Geotecnia**

De acuerdo con el control en campo por medio de observación directa, se deben identificar aspectos tales como morfología, aspectos geotécnicos, morfo-dinámica, entre otros. En lo posible, se deben identificar los tipos de amenazas naturales (procesos erosivos, remoción en masa, entre otros) que se puedan presentar en el área y en la medida que las condiciones del área lo permitan para este trabajo de campo, en fase temprana del proyecto.

- **Hidrología**

Realizar verificación de los principales cuerpos de agua lénticos y lóticos en caso de que existan en el área de operaciones del programa sísmico; así como, las principales redes hidrográficas presentes. Igualmente, se deben identificar los principales usos del recurso que se presenten en la zona e identificar su probable potencialidad para convertirse en fuentes que permitan suplir la demanda del recurso durante la operación sísmica. El trabajo de campo permite evidenciar los principales cambios de curso de los ríos, entre otros aspectos relevantes.

- **Hidrogeología**

En este punto es importante realizar la verificación de la existencia de nacederos, pozos y aljibes en el área del programa sísmico, su uso y estado general. Así mismo, consultar la existencia de quejas documentales en relación con problemáticas en formaciones similares de la cuenca estratégica presumible asociadas a programas de exploración sísmica. Se tendrá en cuenta la información hidrogeológica existente y la generada por las autoridades ambientales.

- **Cobertura y uso de la tierra (Bosques, cultivos, etc.)**

Mediante puntos de control se llevará a cabo la corroboración de la información obtenida a partir de la interpretación de sensores remotos o de la información secundaria recopilada de los diferentes estudios; se debe realizar la actualización de la cartografía con el fin de que sirva de insumo para los cálculos preliminares de las afectaciones por el trazado de las líneas. Para esto, se diferenciarán las unidades de cobertura vegetal de acuerdo con las categorías como: zonas urbanas, pastos, zonas sin vegetación, cultivos, bosques, pantanos.

- **Fauna**

Los resultados obtenidos mediante revisión de información secundaria se verificarán a través de observaciones directas de campo y la información que estén reportando el PMA o MMA y las autoridades ambientales.

• **Infraestructura social**

En este ítem se realizará la identificación de la infraestructura relevante dentro del área del programa de exploración sísmica entre las que se pueden nombrar:

- Vías, centros poblados, infraestructura agropecuaria, turística y escuelas.
- Infraestructura de producción y transporte de hidrocarburos, eléctrica, minera, etc.
- Otros que se consideren relevantes de acuerdo con las condiciones del área.

Una vez se tenga toda la información antes mencionada, se elabora un Informe de Caracterización Geológica & Geofísica, en los formatos establecidos y vigentes para información técnica, el cual debe contener aspectos tales como:

- Objetivos y alcance, localización, coordenadas del área de estudio.
- Mapa base que incluya división política, vías de acceso, curvas de nivel, infraestructura socioeconómica (viviendas, redes eléctricas, hidrografía, etc.).
- Mapa de Tierras ANH, información de programas sísmicos realizados en el área, infraestructura petrolera (pozos perforados, campos de producción, ductos de conducción de hidrocarburos, entre otros), incluyendo pre diseño del programa sísmico.
- Información de autoridad (es) ambiental (es) con jurisdicción en el área de estudio (tabla y mapa).
- Áreas con licencia ambiental (exploración y explotación). Información sobre estudios ambientales realizados en el área.
- Objetivos y alcance de la caracterización.
- Coordenadas según normatividad vigente del IGAC y longitudes de las líneas proyectadas (para sísmica 2D) o la delimitación del polígono de sísmica 3D.
- Breve descripción de la ubicación del área de estudio (departamentos, municipios, inspecciones, veredas, etc.).
- Mapa de localización geográfica que incluya división político administrativa, infraestructura socioeconómica, vías de acceso y curvas de nivel.
- Identificación de cartografía de áreas con licenciamiento ambiental para exploración y explotación de hidrocarburos.
- Información resumida de estudios ambientales realizados en la zona.
- Conclusiones y recomendaciones para ajustes de diseños y logística operativa principalmente.

• **Actas de vecindad**

En la etapa de operación en campo, se hace levantamiento de las actas de vecindad para identificar las condiciones de los elementos socio-ambientales sensibles y así, poder revisar posteriormente el posible efecto que la actividad sísmica haya generado en ellos.

Éstos son documentos de inspección y registro que se elaboran en función de las distancias de seguridad de ubicación de puntos fuentes, establecidos para el proyecto sísmico. Su finalidad es verificar el estado de los elementos socio-ambientales que se encuentran cercanos al área de la operación, tales como nacaderos, infraestructuras, vías, edificaciones, etc. Se realizan durante el levantamiento topográfico y después de la fase de registro (activación de los pozos). Con esto es posible identificar riesgos, prevenir errores en la ubicación de los puntos fuentes y posibles eventos como reclamaciones o demandas, además de servir como herramientas para controlar interpretaciones erróneas sobre posibles afectaciones no deseadas durante la ejecución de la campaña sísmica. Se consideran los siguientes tipos de actas de vecindad:

- **Actas de recursos hídricos:** nacaderos, pozos profundos, estanques piscícolas, jagüeyes o represas y aljibes.
- **Actas de infraestructura:** se consideran las obras de arte y estructuras en concreto, tales como puentes, alcantarillas, tanques elevados, mu-

- ros, gaviones, pontones, muros de contención, entre otros.
- **Actas de vivienda:** se deben evaluar todos los lugares presentes en la vivienda.
- **Actas de procesos erosivos:** áreas inestables (remoción, cárcavas, deslizamientos, flujos, reptación y hundimiento, etc.).

- **Actas viales (pre y post-operacional)**

Son actas por medio de las cuales se registra el estado de las vías previa a la movilización y posterior a la desmovilización. Para tal efecto, es necesario realizar un recorrido sobre las vías públicas de operación del proyecto sísmico, para las privadas se decidirá particularmente atendiendo los términos de acuerdo para su uso.

Estas actas deben estar soportadas por un registro filmico y fotográfico del estado de las vías antes y después de la ejecución de la campaña sísmica. También deben contar con fecha y firma de las partes intervinientes.

Para el levantamiento de estas actas en vías públicas es necesaria la presencia de un representante (secretario de planeación e infraestructura); para las vías privadas debe estar el propietario o un delegado de éste, donde se deben identificar los puntos críticos y detallar el estado actual de las mismas.

- **Verificación de distancias y actas de vecindad**

Una vez se hayan nivelado los puntos fuentes por parte de la topografía, se debe comprobar que cada uno de los puntos nivelados cumplen con las distancias ambientales y socio ambientales definidas para el proyecto (ver fichas SIS-6-130 Activación de Fuentes Sísmicas Tipo Sismigel y Registro y SIS-6-140 Adquisición de Datos Utilizando Vibros). Esta validación está definida por dos actividades: la primera es la verificación de las distancias de retiro y la segunda es el levantamiento de las actas de vecindad.

### 3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

El análisis y la evaluación del riesgo ambiental es el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar el riesgo ambiental de una organización. Incluye el análisis, la evaluación y la toma de decisiones para el tratamiento de los riesgos evaluados desde los puntos de vista técnico y económico (ISO 14001, 2015). Se recomienda realizar una análisis y evaluación del riesgo específico para cada proyecto de sísmica terrestre, esta práctica permite identificar factores de seguridad de procesos, riesgos para la salud, la seguridad y el ambiente; al respecto, se precisa que existen en la legislación colombiana regulaciones para su valoración y formulación de las herramientas de gestión como son la Ley 1523 del 2012 y el Decreto 2157 del 2017 (Presidencia-DAP).

La identificación de las actividades del proyecto que generan mayor riesgo para el medio, mantiene y garantiza el proceso de conocimiento del riesgo y, también, el proceso de reducción del riesgo, plasmando acciones que eviten o mitiguen el riesgo para el ambiente del área del proyecto. El producto de la probabilidad y la gravedad de las consecuencias estimadas permite la estimación del riesgo ambiental. Este, se determina para los tres entornos considerados como son: el natural, el humano y el socioeconómico.

Acorde con lo anterior, se deben plantear para el proyecto las medidas tendientes a evitar o mitigar la materialización del riesgo identificado. En el marco de las relaciones entre la responsable del proyecto y sus contratistas, se recomienda abordar la gestión de riesgos ambientales, definiendo los mecanismos y requisitos para minimizar la posibilidad de materialización de los riesgos. Se recomienda abordar los siguientes tópicos relevantes para proyectos de exploración sísmica:

- a) Tipos de equipos a utilizar.
- b) Tipos de fuentes de energía a utilizar.
- c) Materialización del diseño sísmico.
- d) Activación de la fuente de energía.

- e) Logística del equipo operativo.
- f) Sistemas de transporte.
- g) Planes de restauración posregistro y campamento.
- h) Gestión de residuos.
- i) Medidas de prevención de la contaminación.
- j) Planes de respuesta a emergencias y contingencia.

## 4. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN

Un programa sísmico debe demostrar que los impactos tanto ambientales como sociales se minimizan para asegurar la aceptación de las partes interesadas a nivel local. La planificación ambiental de la exploración sísmica terrestre contempla dos niveles de análisis (figura 4.5):

- a) El contexto regional, que enmarca la realización del estudio de evaluación ambiental.
- b) El área específica dentro de la cual se desarrollará un programa sísmico, vinculada a la región objeto de la intervención. Esta, determina el ámbito del análisis para establecer la gestión ambiental del programa, concretado en las medidas de manejo ambiental que se elaboren.

**Figura 4.5. Niveles de planificación**



Fuente: elaboración propia.

El proyecto de exploración sísmica terrestre para el área donde se desarrollarán las actividades debe habilitar las herramientas para el manejo de los impactos ambientales, para asegurar que se minimicen los impactos en la vegetación, áreas biológicamente sensibles, ríos y lagunas, fuentes de agua subterránea, comunidades y áreas urbanas, áreas protegidas, comunidades étnicas y áreas agrícolas especializadas, entre otras. La evaluación ambiental debe realizarse de manera anticipada, de tal manera que permita a la operadora contar con el tiempo suficiente para incorporar medidas en la planeación del proyecto y estrategias de seguimiento y control a sus contratistas.

La evaluación ambiental debe:

- Describir de la mejor manera posible el entorno existente y las actividades propuestas (incluido el estudio de evaluación ambiental, si está disponible).
- Definir impactos ambientales y sociales directos e indirectos.

- Explicar los métodos para reducir o evitar los impactos, la mitigación y la remediación propuesta.
- Identificar estrategias para materializar la participación ambiental de la comunidad, organizaciones y gobierno local, que permita la respuesta oportuna y pertinente a sus inquietudes.

Los estudios ambientales tienen como objetivos principales identificar y evaluar los impactos sobre el ambiente y la salud pública que puede generar la exploración sísmica, así como diseñar las medidas de manejo ambiental necesarias con el fin de evitar los impactos negativos o generar el mínimo posible en el entorno. Se sugiere que las empresas contraten consultores altamente calificados para la formulación del instrumento de gestión ambiental como el documento de medidas de manejo ambiental, lo cual permitirá obtener las herramientas idóneas para asegurar una adecuada gestión de los aspectos ambientales y sociales que involucra el proyecto.

En la **tabla 4.1** se presentan los lineamientos generales para el desarrollo de los estudios ambientales, los cuales precisan el papel de un estudio ambiental en el proyecto. Dentro de los criterios generales a considerar en la planeación y diseño del proyecto, se recomienda hacer especial análisis y valoración del componente ambiental en la selección de la fuente de energía y el diseño de las operaciones sísmicas, lo que permitirá evitar significativamente la generación de impactos asociados a la actividad. Adicionalmente, para la elaboración de las Medidas de Manejo Ambiental (MMA) se recomienda estructurar el documento siguiendo lo determinado en la **tabla 4.2**.

El aspecto social, dentro de la planeación ambiental del proyecto, se orienta a describir, identificar, precisar y hacer visible el tejido socioeconómico y cultural, así como las relaciones sociales determinantes que dinamizan la región y valorar la condición de aquellas que pueden ser intervenidas por la actividad exploratoria, teniendo en cuenta el referente de población, recursos naturales y el agente externo (proyecto de exploración sísmica terrestre). En la tabla 4.3 se presentan los criterios a tener en cuenta en la planeación social del proyecto.

Con el fin de identificar y gestionar áreas arqueológicas potencialmente sensibles, se debe considerar, previo al inicio de labores en campo, el realizar diagnósticos necesarios con arqueólogos expertos utilizando información existente. Igualmente, en el marco de la valoración de las variables antropológicas y étnicas, se deben revisar las condiciones antropológicas del área a intervenir, haciendo la revisión con información secundaria existente y la recogida en desarrollo de labores previas de campo. Finalmente, se recomienda formular un Programa de Arqueología Preventiva de acuerdo con la resolución 1337 del 2021, Decreto 2106 de 2019 y demás regulaciones establecidas por ICANH, donde se prevean las medidas de manejo requeridas para el proyecto relacionado con la temática de antropología, fortaleciendo la capacitación a los trabajadores y el manejo de potenciales hallazgos.

En esta fase, se debe procurar identificar mediante scouting o visitas de campo las áreas de alta sensibilidad y relacionarlas en su sistema de información geográfico, de modo que la ubicación de las líneas, las vías de acceso, los campamentos tanto base como volantes (temporal o fijo) y helipuertos y de otras áreas a ocupar minimice las perturbaciones. Sin embargo, se debe tener en cuenta que pueden existir pequeñas áreas bióticamente sensibles que inicialmente no fueron identificados, por lo que se debe tener la flexibilidad de hacer ajustes en campo.

#### **Tabla 4.1. Lineamientos para la elaboración de estudios ambientales**

- Es recomendable que siempre exista un estudio de carácter regional que permita enmarcar la planificación ambiental de los programas sísmicos a desarrollar en el área de interés (evaluación ambiental estratégica o evaluación de impactos acumulativos, etc.). Para que luego se desarrollen los instrumentos de gestión ambiental establecidos normativamente o adoptados voluntariamente por cada una de las contratistas de la actividad de manera específica, los cuales se formulan para el área de operaciones del proyecto de exploración.
- La obtención de la información sobre el área del proyecto requiere de métodos y procedimientos que debe aplicar la empresa consultora. Éstos identificarán las fuentes de los datos, su grado de confiabilidad, las carencias de datos para completar los inventarios, la incertidumbre que generan los datos.
- La información procesada, sistematizada y analizada del aspecto social perteneciente al área del proyecto, debe cruzarse con la de los aspectos físicos y bióticos para efectos de realizar un análisis integral y precisar el diagnóstico y la zonificación ambiental del área del proyecto.

- Los estudios ambientales son de naturaleza analítica, identificando factores, elementos, variables e indicadores que directa o indirectamente tengan que ver con las actividades de exploración sísmica en la generación de potenciales impactos y precisando las medidas de manejo ambiental requeridas. El análisis no se debe quedar en la sola interpretación de datos o cifras.
- El proyecto de exploración no debe encararse como un conjunto extrínseco de factores que se sobrepone al sistema ambiental que lo recibirá. Por el contrario, el proyecto debe ser sujeto de cambios procurando la mejor adaptación a los sistemas ambientales, con el objetivo de causar los menores efectos negativos en los mismos.
- Los estudios ambientales son un trabajo de equipo multidisciplinario, y no la construcción de un documento que se vuelve la sumatoria de partes aisladas.
- El resultado esperado es un análisis integral de la planeación ambiental de las actividades de exploración en el área del proyecto.
- El diseño de las medidas de manejo ambiental requiere de información primaria del área (línea base), información de otros estudios en el área e información técnica del proyecto.
- Las medidas de manejo ambiental deben responder a los impactos generados por la actividad en el entorno, asegurando la aplicación de las mejores prácticas ambientales en el desarrollo del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.2. Lineamientos para la elaboración documento Medidas de Manejo Ambiental**



1. Descripción del proyecto	Descripción detallada del programa sísmico a realizar y de las actividades a desarrollar.
2. Descripción y caracterización ambiental del área	Descripción ambiental del área con base en información primaria y/o secundaria, teniendo como objetivo completar y profundizar la información obtenida en el estudio regional. Se recomienda hacer uso de sistemas de información geográfico para compilar y analizar la información.
3. Zonificación ambiental	Establecer el grado de sensibilidad ambiental del área del programa sísmico frente a la realización de diferentes actividades productivas.
4. Evaluación ambiental	Evaluación de los impactos ambientales generados por las actividades del programa sísmico.
5. Zonificación de manejo ambiental	Establecer, dentro del área del programa sísmico, las áreas de exclusión, las áreas susceptibles de intervención y las áreas de intervención con restricciones.
6. Medidas de Manejo ambiental	Diseño de las medidas de manejo ambiental, tanto preventivas, de mitigación, corrección y compensación.
7. Seguimiento y Monitoreo	Precisa el alcance del programa de monitoreo ambiental a desarrollar, precisando los parámetros que para cada recurso se monitorearán.
8. Sistema gerencial de gestión ambiental	Integrar las MMA del proyecto a un sistema gerencial de gestión ambiental que garantice su óptima ejecución. Se recomienda integrar un equipo interdisciplinario que incluya profesionales en las áreas de flora, fauna y recurso hídrico que asegure sean cubiertas las necesidades del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.3. Criterios para la planeación social del proyecto**



1. Identificación, recolección y sistematización de información de fuentes secundarias.	1. Identificación del área de intervención del proyecto y, si es el caso, área del estudio ambiental.	Revisión y análisis de la información de los territorios a intervenir, en sistemas de información geográficos y base de datos disponibles.
	2. Revisión y consulta de instancias donde haya información relevante.	<p>La información secundaria que se identifique, recolecte y sistematice se orientará a lo pertinente para el desarrollo de las variables e indicadores propuestos.</p> <p>En esta fase se debe privilegiar la información obtenida de fuentes oficiales, de indicadores sociales, económicos y culturales, cruce con bases de datos a nivel nacional y regional disponibles.</p> <p>La información en esta fase será secundaria, pero debido a la dinámica socioeconómica y cultural de las regiones y municipios, debe ser actual.</p>
	3. Identificación preliminar de Grupos de Interés, actores sociales relevantes y organizaciones ambientales.	<p>Revisión preliminar de la pertinencia de procesos de participación ciudadana, solicitud de certificados de presencia de comunidades étnicas del polígono o área de operaciones del proyecto.</p> <p>Revisar antecedentes de solicitud de mecanismos de participación respecto de proyectos exploratorios anteriores, tales como: consultas populares, acciones populares, veedurías ciudadanas, audiencias públicas ambientales que se hayan solicitado por parte de los actores sociales.</p> <p>Identificación de áreas socialmente sensibles, tales como: zonas de reserva campesina, espacios territoriales para la capacitación y reincorporación, zonas declaradas como de patrimonio inmaterial y similares que requieren un manejo diferencial en el proyecto y comunidades étnicas establecidas en el territorio.</p>
2. Relacionamiento, información y comunicación	1. Acercamiento con la administración local municipal y demás autoridades locales y regionales interesadas.	<p>1. Relacionamiento institucional a nivel municipal o departamental, necesario para el inicio de los trabajos de campo de los estudios ambientales.</p> <p>2. La identificación de las instituciones presentes en los niveles regional y local, es determinante de acuerdo con sus competencias, atribuciones, funciones y gestión en la formulación de estrategias de manejo ambiental para el proyecto.</p> <p>3. A nivel regional las relaciones institucionales, en lo ambiental, es con las CAR (o la autoridad territorial correspondiente).</p> <p>4. Solicitud de información secundaria relevante que no esté disponible en bases de datos en línea o página web, bases de datos del SISBEN, información de ordenamiento territorial, información ambiental relevante, etc.</p>



2. Relacionamiento, información y comunicación	2. Identificación de los actores sociales relevantes en el área intervenida por el proyecto. (gremios, juntas de acción comunal, organizaciones sociales, etc).	1. Elaborar una matriz de involucrados identificando los actores sociales en el desarrollo del proyecto. 2. Gestionar el relacionamiento con los actores identificados en el levantamiento de información primaria. 3. Establecer las metodologías e instrumentos de investigación social a utilizar para la recolección de la información, privilegiando metodologías participativas.
	3. Identificar la existencia de las comunidades y minorías étnicas.	1. Si existen minorías étnicas, se deben aplicar los lineamientos de participación que el Ministerio del Interior tiene establecidos para estas comunidades.
3. Trabajo de campo en el área de estudio	1. Presentación de los equipos de trabajo, plan de trabajo y cronograma ante las autoridades regionales y locales de acuerdo con el objetivo trazado	Desarrollar el levantamiento de información primaria prevista en el área de estudio.  El trabajo de campo precisa la recolección, sistematización y análisis explicativo de la información primaria obtenida y los requerimientos de información concreta a nivel regional y local.  El trabajo de campo requiere establecer un cronograma y un plan de trabajo de acuerdo con las metodologías seleccionadas.
	2. Cuando se trate de comunidades étnicas, estas serán consultadas si se identifican en el área del proyecto.	Las comunidades étnicas serán convocadas a consulta previa, según lo previsto en la normatividad establecida. Aplicar los lineamientos de participación que el Ministerio del Interior tiene establecidos para estas comunidades.
4. Elaboración	Con la información secundaria y primaria recolectada con el acercamiento directo al área del proyecto, se precisarán los criterios sociales relevantes para la elaboración del estudio ambiental o MMA.	El aspecto social por desarrollar es más que un elemento a tomar en cuenta para la presentación de un documento; de su análisis, claridad, y consideraciones dependen las condiciones reales de viabilidad de las actividades sísmicas a realizarse  Se deberá precisar la pertinencia del manejo ambiental de potenciales impactos en el aspecto social y determinar las medidas de manejo específicas para cada uno de ellos, asegurando que tengan representación en los indicadores ambientales formulados.  Valorar el desarrollo de actividades educativas y de capacitación a las comunidades, en materia de gestión ambiental en proyectos sísmicos y particularizando en los aspectos ambientales del proyecto con el recurso hídrico, flora y fauna.

Fuente: elaboración propia.

## 1. SELECCIÓN DE LA FUENTE DE ENERGÍA PARA EL PROGRAMA

En el proceso de selección de la fuente de energía para el proyecto, se busca resaltar los criterios a considerar por el equipo técnico en el momento de seleccionar el tipo de fuente de energía a utilizar en el proyecto sísmico. Adicionalmente, considerar la posibilidad de utilizar fuentes combinadas que por su aplicación puedan generar la mejor señal sísmica y que generen el menor impacto ambiental.

Las fuentes sísmicas están diseñadas para que, por medio de liberación puntual de energía (pulso), sean capaces de excitar un medio para generar las ondas compresionales, fundamento del método sísmico. La activación de esta fuente se realiza de manera controlada y sincronizada tanto con el equipo de receptores dispuesto en campo, como también con el equipo de registro dispuesto normalmente en la Casablanca.

La selección del tipo de fuente a utilizar en un proyecto se realiza en la fase de diseño sísmico ya que la misma debe cumplir con las necesidades de iluminación del objetivo geológico. El profesional Geofísico encargado de esta actividad tiene en cuenta entre otros criterios generales, independiente del tipo de fuente a utilizar, los siguientes:

- Características geológicas del área de estudio.
- Respuesta geofísica esperada del terreno.
- Calidad de imagen sísmica existente.
- Estadísticas de producción de campañas anteriores.
- Características de las fuentes disponibles en el mercado.

Para el caso de fuente de energía con material químico, comúnmente sismigel, la más utilizada por el sector en el país, se debe realizar un análisis de los datos y resultados obtenidos en proyectos anteriores, incluyendo aspectos ambientales y logísticos en el área de estudio o en áreas comparables. La activación se realiza por una única vez en cada punto.

Los tipos de fuentes están mencionadas en el capítulo 5, donde se mencionan las principales opciones que existen actualmente:

### **Criterios para fuente tipo a partir de material químico, comúnmente sismigel.**

A partir de unos parámetros iniciales, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos puntuales:

- Profundidad del pozo: depende de la profundidad del objetivo, contenido de frecuencias a obtener, litología, y del acople de la fuente al suelo, entre otros.
- Tamaño de fuente: está directamente relacionado con el aspecto anterior. Se busca optimizar la relación profundidad/tamaño de carga. Esto quiere decir que, a mayor profundidad, mayor tamaño de carga.
- Prueba experimental: se propone en la fase de diseño, y se ejecuta en la fase inicial operativa del programa sísmico. Sus resultados permiten ajustar y validar los parámetros que tienen alguna incertidumbre. Si se tienen sísmicas anteriores con buenos resultados y/o con pruebas experimentales, es posible que no se requiera realizar esta prueba.

## Criterios para otras fuentes impulsivas

### Cañones de aire

- Presión: teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y las características del objetivo a iluminar.
- Prueba experimental: a partir de resultado de la prueba experimental se debe elegir un parámetro que genere la respuesta deseada.
- Volumen: se refiere al volumen de aire a ser emitido en cada activación.
- Profundidad: se tiene la relación básica general: entre mayor sea el valor de profundidad, menor agua desplazada se tendrá.

### Pin-point

- Tamaño de la fuente: el dispositivo a utilizar debe tener un alcance que sirva para iluminar los objetivos geológicos no complejos.
- Tipo de objetivo: a la fecha se evidencia que funciona para objetivos someros.
- Prueba experimental: a partir de resultado de la prueba experimental se debe elegir un parámetro que genere la respuesta deseada.
- Distancia entre puntos fuente: la distancia para este tipo de fuente se disminuye comparativamente con fuente tipo a partir de material químico, comúnmente sismigel.

### Martillo

- Tipo de objetivo: a la fecha se evidencia que funciona para objetivos someros.
- Prueba experimental: a partir de resultado de la prueba experimental se debe elegir un parámetro que genere la respuesta deseada.
- Número de golpes: se van sumando hasta obtener una respuesta adecuada al terreno.

### Fuente electromagnética

- Prueba experimental: a partir de resultado de la prueba experimental se debe elegir un parámetro que genere la respuesta deseada.
- Energía electromagnética aplicada: se va administrando hasta obtener una respuesta adecuada al terreno.

## Criterios para fuente vibratoria

Cuando el tipo de fuente seleccionada es de tipo vibratoria, una vez analizada/proyectada la respuesta geofísica se establecen los parámetros iniciales, donde se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Características de infraestructura para determinar accesos de los vibradores.
- Época del año en que se planea ejecutar el trabajo en campo.
- Respuesta/acople de la plancha vibratoria al terreno.
- Ruido ambiental antrópico y de otro tipo que puedan distorsionar la señal sísmica.
- Prueba experimental al inicio del programa sísmico.

Finalmente, es importante resaltar que la selección del tipo de fuente y sus características hacen parte del diseño sísmico y cualquier ajuste o modificación de uno de sus parámetros afecta directamente el diseño; por ello, éste debe estar monitoreado y asegurado por el equipo técnico hasta el final de la adquisición de los datos en campo.

## 2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE FUENTE IMPULSIVA (A PARTIR DE MATERIAL QUÍMICO, COMUNMENTE SISMIGEL)

En el capítulo 5 se describe el detalle de las características técnicas de este tipo de fuente sísmica y su logística durante la fase de adquisición de datos.

### Ventajas

- Permite obtener una calidad del dato con buena resolución, desde objetivos someros a profundos.
- Por ser el tipo de fuente más utilizado en Colombia, existe mayor número de personal calificado para su utilización.
- Se facilita el acceso a áreas que no tienen infraestructura vial.
- Se puede utilizar en cualquier época del año.
- No tiene restricciones por topografía, excepto por pendientes mayores de 45 grados.

### Desventajas

- No se puede modular el contenido de frecuencias a obtener.
- Su activación es única en cada punto.
- Consumo de agua durante el proceso de perforación (en algunos casos).
- Mayores costos por fase de perforación.
- Mayor duración del proyecto.
- Mayor riesgo por la manipulación de la fuente.
- Mayores distancias de restricción a elementos socio ambientales.
- Percepción social negativa a la técnica.

Dentro de las fuentes impulsivas que utilizan material químico se tiene que en Colombia se utiliza actualmente el sismigel, el cual es producido por la Industria Militar (Indumil), entidad autorizada por el Estado colombiano para hacer esta fabricación. Sin embargo, se debe tener en cuenta que a nivel internacional existen otros tipos de fuentes producidas a partir de material químico.

## 3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE FUENTE VIBRATORIA

En el capítulo 5 se describe el detalle de las características técnicas de este tipo de fuente sísmica y su logística durante la fase de adquisición de datos.

### Ventajas

- Se puede modular la fuente, es decir, se pueden seleccionar las frecuencias a obtener.
- Se puede repetir la obtención del dato en el mismo punto.
- Menor duración del proyecto.
- Bajos costos.
- Se elimina la fase de perforación.

- Menor riesgo de afectación a los obreros que realizan esta actividad, ya que no hay carga de pozos.
- Menor personal expuesto en campo.
- Menor despliegue logístico en la movilización.
- Permite la intervención sísmica en áreas restringidas para la ubicación de fuentes impulsivas.
- Tiene llantas dentadas, lo cual facilita su acceso en terrenos abiertos y generar huellas temporales.
- Se pueden utilizar en todo tipo de vías, con un impacto mínimo a marginal.

### Desventajas

- Su utilización está restringida a un periodo climático seco, sin lluvias, para garantizar el correcto acople de la plancha al suelo.
- Por sus características técnicas, no puede ser utilizado en pendientes topográficas fuertes, este límite será el que determine el equipo mismo, con su propia capacidad de tracción; es decir, no podrá ser remolcado en el ascenso por otros equipos o vehículos.
- Puede estar restringido su uso en áreas donde predominan los minifundios o cultivos, excepto en los cultivos que permitan su tránsito como cultivos de palma y plantaciones forestales, entre otros.
- En zonas de bajos inundables no se puede acceder con este tipo de vehículos.
- No puede ingresar a áreas con vegetación alta y/o arbórea sin permiso de aprovechamiento forestal, por las restricciones de tala o traslado de vegetación mayor o igual a 10 cm de DAP.

## 4. PRUEBAS DEMOSTRATIVAS DE LOS TIPOS DE FUENTES

Al final de la etapa de diseño y al inicio de la fase de planeación del proyecto, cuando se considere conveniente por la compañía responsable del proyecto, se definirá la metodología y tipo de pruebas demostrativas a realizar en campo, con el fin de exponer a las comunidades, autoridades locales y ambientales, cómo se hace el manejo de las fuentes y el real impacto de estas a elementos sensibles, tales como infraestructura.

Al inicio de la fase operativa, y una vez asegurado el correcto funcionamiento de la fuente sísmica a utilizar, en caso de ser requerido, se programarán las pruebas demostrativas que incluirán las requeridas para aplicar la técnica de velocidad pico de partícula, las cuales serán debidamente documentadas, para su posterior difusión y como soporte para atender posibles reclamaciones o aclaraciones ante los entes administrativos o autoridades.

Los datos generados a partir de estas pruebas harán parte del informe final de operaciones.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES

- En general todas las fuentes tienen el mismo fin técnico determinado, buscando que sean aplicables en la iluminación de los objetivos geológicos.
- Los criterios para seleccionar el tipo de fuente específica obedecen a temas técnicos y logísticos.
- La posibilidad de utilizar fuentes combinadas surge por las limitaciones operativas de una fuente y que pueden ser suplidas/complementadas por otro tipo, teniendo en cuenta las características y ventajas de cada una de las opciones.
- Entre las fuentes más comunes de tipo impulsiva se encuentra el material químico, comúnmente sismigel. En los últimos años se ha venido incrementando el uso de

fuente tipo vibratoria. Por lo mencionado anteriormente, se concluye que ambas tienen ventajas y desventajas que para algunos proyectos se podrían complementar, de acuerdo con las posibilidades de una y las limitaciones de la otra.

Versión 2  
Octubre 2024

## 4.3. ORGANIZACIÓN PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

SIS-4-030

### SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) ayudan a las empresas a gestionar los aspectos ambientales y asegurar el cumplimiento ambiental de la normatividad aplicable a los proyectos de exploración sísmica y asegurar el desarrollo de criterios de mejora continua en los procesos gestión ambiental. El SGA forma parte importante en la gestión de los proyectos por parte de las empresas operadoras y contratistas. Es responsabilidad del personal directivo y de línea media hacer énfasis al personal operativo sobre esto. Acorde con la International Association of Geophysical Contractors – IAGC en su Manual Ambiental para Operaciones Geofísicas Mundiales del 2017, el sistema debe incluir:

- Comunicación de políticas de gestión y compromiso de los involucrados.
  - Provisión de recursos financieros y de personal.
- Asignación de responsabilidad ambiental a todas las partes y al personal para determinar:
- Procedimientos operativos.
  - Normas y objetivos a alcanzar.
  - Capacitación del personal involucrado.
  - Sistemas de monitoreo, reporte y auditoría.
  - Planificación de respuesta a emergencias.
  - Compromiso de las partes interesadas internas (contratista) y externas (comunidad, organizaciones, gobierno local).

### CICLO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental que realiza la industria del petróleo en los proyectos de exploración sísmica terrestre puede conceptualizarse como un proceso de mejoramiento continuo, cuyos elementos principales y sus interrelaciones se muestran en la figura 4.6. Se recomienda fuertemente para los proyectos de exploración sísmica la formulación de instrumentos de gestión ambiental como lo puede ser un documento de Medidas de Manejo Ambiental que permita orientar la gestión ambiental del proyecto. La incorporación de instrumentos voluntarios de gestión ambiental para la planeación, ejecución, y seguimiento del programa como la referida Medidas de Manejo Ambiental-MMA, permite a los responsables del proyecto y sus contratistas el aseguramiento de las acciones ambientales que permitan prevenir los potenciales ambientales asociados a las actividades del programa sísmico.

El proceso parte de los estudios previos y se integra al sistema de la siguiente manera:

- a) El documento de medidas de manejo ambiental previsto se verificará y ajustará de acuerdo con las exigencias adicionales formuladas por la autoridad ambiental (en caso de que a nivel local lo requiera) y las condiciones operativas al momento de iniciar actividades. Adicionalmente, se recomienda que, al inicio del proyecto, se genere una matriz de requisitos legales ambientales aplicables y de los requisitos que se deriven de los actos administrativos emitidos por las autoridades ambientales para el proyecto,

- de tal manera que a cada requisito se le asegure su gestión y cumplimiento.
- Contar con recursos económicos, técnicos y de personal, los cuales deben ser aportados por el responsable del proyecto o por el contratista de sísmica.
  - Difundir el plan de gestión ambiental para que sea debidamente conocido por la compañía operadora y la compañía de servicios que realizará el trabajo, así como los demás contratistas y subcontratistas.
  - Comunicar los resultados de la gestión a todas las partes interesadas.
  - Establecer mecanismos de control para garantizar que el programa se desarrolle según las previsiones, como medio para alcanzar los objetivos y metas de calidad propuestos.
  - Establecer un sistema de medición que permita evaluar los resultados de la gestión.

**Figura 4.6. Modelo de gestión ambiental en proyectos de exploración sísmica**



Fuente: elaboración propia.

- La gestión debe tener mecanismos ágiles para tomar acciones correctivas o preventivas concordantes con los resultados de la evaluación.
- Disponer de un sistema de registro que permita administrar la información generada por el proceso.
- El proceso debe permitir su revisión periódica. La revisión puede afectar partes del sistema (p.ej.: medidas de manejo ambiental) o la totalidad de este.

De acuerdo con el planteamiento anterior, la gestión ambiental está integrada por cuatro sistemas principales (Ver figura 4.7).

El compromiso ambiental de la alta gerencia y de la empresa es esencial para el éxito del sistema de gestión ambiental de la empresa. La alta gerencia de las empresas contratistas y clientes debe proporcionar un liderazgo, compromiso y los recursos necesarios sólidos y visibles. La alta gerencia debe establecer y revisar los principales objetivos ambientales de la empresa y asegurarse de la implementación en los proyectos de exploración sísmica terrestre. Adicionalmente, se debe asegurar que la empresa operadora y sus contratistas cumplan con lo estable-

cido en el artículo 2.2.8.11.1.1 y siguientes del Decreto 1076 de 2015, que determina las condiciones para el establecimiento del departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial, lo que asegura los recursos humanos para desarrollar gestión ambiental en los proyectos.

**Figura 4.7. Elementos de la gestión**



Fuente: elaboración propia.

## SISTEMA DE PLANEACIÓN

Integra las funciones de planeación ambiental del proyecto sísmico, particularmente la conceptualización y organización del desarrollo operativo del documento de MMA. El producto del sistema es el plan de trabajo detallado con sus cronogramas, la definición de responsabilidades y la cuantificación y apropiación de los recursos necesarios para su ejecución.

## DOCUMENTO MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

El documento de Medidas de Manejo Ambiental-MMA se recomienda formular para proyectos que no requieren licencia ambiental acorde con la normatividad vigente, la siguiente información se precisa con la intención de que sirva de lineamientos para la elaboración del documento de medidas de manejo ambiental para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que para la elaboración del referido documento no le aplican los términos de referencia que haya adoptado el Ministerio ni la metodología para elaboración de estudios ambientales vigente.

El propósito del documento de medidas de manejo ambiental es definir medidas y acciones que evitarán, mitigarán, corregirán o compensarán los impactos biofísicos, sociales, culturales y económicos identificados a niveles aceptables. Estos procedimientos y medidas de control deben estar establecidas antes de la movilización de la maquinaria y personal. Las medidas de manejo también reúnen o establecen enlaces a documentos, procedimientos y planes específicos del proyecto, en particular los desarrollados durante la planificación, tales como: procedimientos, medidas de monitoreo y mitigación, planes de respuesta a emergencias, plan de restauración, pautas y requisitos específicos dirigidos al contratista y referencias a instancia de las autoridades ambientales, etc.

El documento Medidas de Manejo Ambiental debe prever medidas o estrategias de gestión ambiental, precisando:

Zonificación de Manejo Ambiental: determinar las áreas de exclusión de las actividades sísmicas, de intervención con restricciones o de intervención; estas deben estar asociadas a las condiciones ambientales del área, instrumentos de planificación ambiental y planificación territorial. Se pueden aplicar exclusiones a varios tipos de tierras, tales como áreas de vida silvestre y vegetación protegidas, y sitios arqueológicos, entre otros. La determinación de la zonificación ambiental de manejo debe ser debidamente soportada con la información de línea base obtenida. Esta información debe quedar detallada en cartografía a la escala requerida (se sugiere utilizar 1:25000).

Así mismo, se pueden determinar restricciones de intervención para áreas que sean de interés ambiental, siendo responsabilidad del responsable del proyecto/contratista encontrar los tipos de equipos a utilizar en fase topografía, perforación (si aplica) y registro, que permitan realizar la operación en estas zonas de interés; niveles de intervención en humedales y áreas de interés; manejo o retiros de áreas sensibles; ubicación de infraestructura y logística, entre otras restricciones posibles.

Finalmente, se pueden establecer requisitos adicionales que pueden incluir monitores ambientales in situ; inspecciones ambientales periódicas; informes de progreso diarios / semanales; relación con autoridades locales, etc. Las medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación son cruciales para asegurar un proyecto ambientalmente exitoso, así como para cumplir con los requisitos legales establecidos. El resultado de la zonificación ambiental tiene como consecuencia la aplicación de las Medidas de Manejo Ambiental (MMA), las cuales se presentarán a los representantes de las autoridades locales, y a todos los grupos de interés.

La *International Association of Geophysical Contractors – IAGC* en su “*Manual Ambiental para Operaciones Geofísicas Mundiales*” publicado en el 2017, recomienda identificar las condiciones ambientales del área del proyecto, relacionando entre otros:

- **Ambientes sensibles:** determinar tipos específicos de vegetación o ecosistemas estratégicos y su ubicación, durante el acceso y la operación se puede causar alteración temporal en dichas áreas. Revisar el tipo de vegetación existente en donde se prevea habilitar facilidades y logística. Tener en cuenta los efectos sobre la vegetación y ecosistemas al determinar el tipo de equipos a utilizar, así como las posibles restricciones al despeje de líneas donde haya vegetación. Identificar los peligros potenciales de incendio, especialmente en condiciones de verano extremo. Advierte que, conducir sobre la vegetación (Pastizales, pastos arbolados, etc.) puede causar la erosión y la afectación de los hábitats.
- **Suelos, pendientes y drenaje:** determinar del tipo de tierra, terrenos de cultivo, altas pendientes, zonas inundables y humedales. Identificar características particulares, tales como tipos de sustrato, pastizales, estabilidad de las zonas bajas, niveles de agua y profundidades de estanques, madrevejas y lagunas. Las restricciones nacionales y locales pueden proteger áreas de importancia ambiental particular. Los ejemplos de dónde pueden aplicarse restricciones incluyen: áreas de fallas activas o inestables, áreas con características particulares de humedales, áreas con procesos erosivos y otras áreas bajas vulnerables, entre otras.
- **Erosión:** las medidas de control pueden reducir el efecto de las operaciones, particularmente en áreas con pendientes pronunciadas, vientos fuertes, flujo rápido de agua. La alteración de las condiciones de las superficies puede cambiar la velocidad y el patrón del proceso de erosión.
- **Gestión del agua:** los suministros de agua potable, los hábitats biológicos y el uso recreativo dependen de la calidad del agua, prever prácticas cuidadosas en el campo para la protección de las aguas superficiales y subterráneas. Determinar la ubicación de pozos, arroyos, ríos, lagos, canales de riego y estanques, diques, presas y otras estructuras de control de agua.
- **Impacto hidrológico:** identificar las áreas de paleocauces o meandros, humedales y riberas de ríos que pueden ser particularmente vulnerables a la erosión del lavado creado por el tráfico de embarcaciones o labores a desarrollar en sus riberas.

- **Impacto de la vida silvestre:** los operadores deben estar alertas a la presencia de fauna silvestre durante las actividades geofísicas. Identificar actividad significativa de la vida silvestre en el área del proyecto. Levantar la información necesaria para determinar las precauciones requeridas y evitar la perturbación de la vida silvestre, particularmente durante las temporadas de anidación y cría.
- **Impacto vida acuática:** contactar las autoridades locales, expertos y/o instituciones para obtener información al inicio del proceso de planeación del proyecto. Puede ser necesario ajustar las operaciones geofísicas debido a los efectos sobre la vida acuática, particularmente con respecto a las fuentes de energía, equipo de registro y logística.

El documento de medidas de manejo ambiental está conformado por programas y fichas de manejo específicos, entre los cuales se sugieren las siguientes que corresponden con las actividades exploratorias:

- Comunicación con la comunidad del área del polígono del proyecto, así como precisar la gestión ambiental prevista.
- Concertación con propietarios de predios y levantamiento de actas de vecindad pre-registro.
- Manejo ambiental en la instalación y operación de campamentos.
- Gestión ambiental de residuos tanto peligrosos como no peligrosos.
- Gestión de aguas residuales.
- Manejo ambiental de la construcción y operación de helipuertos y zonas de descarga.
- Construcción y/o adecuación de vías de acceso (según aplique) y movilización de equipos.
- Distancias ambientales a elementos sensibles para la ubicación de los puntos de emisión de las fuentes de energía.
- Topotrocha.
- Transporte y manejo de explosivos.
- Manejo ambiental de la perforación, tacado, detonación y registro (para fuente impulsiva, comúnmente sismigel).
- Restauración de pozos (para fuente impulsiva, comúnmente sismigel).
- Manejo de actividades con Vibros.
- Capacitación.
- Gestión social.
- Plan de gestión de riesgos (conocimiento, reducción y manejo del desastre).
- Desmantelamiento de instalaciones.
- Restauración y abandono del área.
- Cierre de actas de vecindad<sup>1</sup>, evidenciando estado final de las áreas intervenidas.
- Cierre social del proyecto (reuniones con la comunidad)
- Monitoreo y seguimiento.
- Interventoría ambiental.
- Evaluación *ex post*.

Conceptualmente, un programa del documento de medidas de manejo ambiental está conformado por los siguientes elementos mínimos:

ELEMENTO	OBJETIVOS
ACTIVIDADES DEL PROGRAMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las actividades que conforman el programa.</li> <li>• Propósito de cada actividad.</li> <li>• Resultados esperados de la actividad.</li> <li>• Medida (control) de resultados.</li> </ul>
PLAN DE ACCIÓN	Secuencia ordenada de ejecución de las actividades (acciones) previstas para el desarrollo del proyecto. Cronograma de ejecución.

1. Actas en las que se consigna el estado final de ciertos elementos ambientales y socioambientales, inmuebles y demás infraestructura que pueden ser afectados por la actividad sísmica.

ELEMENTO	OBJETIVOS
RECURSOS	Definición y asignación de los recursos (técnicos; humanos; presupuesto) requeridos para ejecutar el plan de acción.
RESPONSABILIDAD	Definición de la responsabilidad en la ejecución del plan de acción.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Indicadores de seguimiento y monitoreo

Se recomienda para proyectos de exploración sísmica, según aplique, se precise el alcance operativo de las herramientas de gestión ambiental que se tenga por parte del contratista, adelantando una revisión detallada del documento de medidas de manejo ambiental o las fichas de manejo de la Guía y se precisen las acciones operativas y logísticas habilitadas para su implementación y cumplimiento.

En la **tabla 4.4** se sintetiza la presentación de los conceptos expuestos anteriormente.

**Tabla 4.4. Programa de las medidas de manejo ambiental**

PROGRAMA SÍSMICO (NOMBRE):	PROGRAMA DE LAS MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL:		
COMPAÑÍA OPERADORA:	COMPAÑÍA CONTRATISTA DE SÍSMICA:		
OBJETIVOS DEL PROGRAMA:			
IMPACTOS AMBIENTALES:			
ETAPAS DEL PROYECTO:			
ACTIVIDADES Y MEDIDAS	OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES DE ÉXITO
CRONOGRAMA:			
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS:	PERSONAL REQUERIDO:		
PRESUPUESTO ASIGNADO:	RESPONSABLE:		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO:			

Fuente: elaboración propia.

## INSTRUCCIONES

La **tabla 4.4** precisa los ítems que se deben diligenciar para cada uno de los programas del documento de medidas de manejo ambiental diseñado para el programa sísmico con el fin de dar operatividad a su desarrollo.

- Nombre del programa sísmico:** identificar el programa sísmico por su nombre.
- Programa de las MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL:** se refiere al programa de las Medidas de Manejo Ambiental para el cual se diligencia el formato. Por ejemplo: gestión ambiental de los residuos de la prospección sísmica.
- Compañía operadora:** identifica a la compañía petrolera para la cual se desarrolla el programa sísmico.
- Compañía contratista de sísmica:** es el contratista de sísmica.
- Objetivos del programa:** define los objetivos para los cuales se hace el programa de medidas de manejo ambiental incluido en el formato.
- Impactos ambientales:** los impactos ambientales que se prevén evitar con el programa.
- Proyectos y actividades:** corresponde a los proyectos y actividades del programa de documento

de medidas de manejo ambiental. Por ejemplo, si el programa es la gestión ambiental de los residuos de la prospección, incluirá actividades como la definición de la localización de los sistemas de recolección, la construcción de facilidades de almacenamiento, la definición del plan de mantenimiento, el control de su operación, etc.

8. **Objetivos de los proyectos y actividades:** determina para qué se realiza una actividad incluida en el proyecto. Esta definición es necesaria para establecer indicadores de gestión.
9. **Resultados esperados:** define los resultados que se espera obtener al realizar la actividad.
10. **Indicadores de éxito:** en esta columna se incluirán los indicadores de gestión definidos para la actividad, los cuales deben ser concordantes con las definiciones de la tabla 4.5.
11. **Fechas de referencia:** incluir fecha de iniciación y fecha prevista de terminación. Adjuntar cronograma.
12. **Localización de las medidas:** precisar las áreas operativas donde se implementarán las medidas previstas.
13. **Presupuesto asignado:** estimativo de costos del programa.
14. **Responsable:** el responsable del proyecto debe designar un responsable para su ejecución.
15. **Mecanismos de seguimiento y monitoreo:** se debe fijar la periodicidad para revisar que las actividades determinadas para alcanzar los objetivos del programa están encaminadas al logro de los objetivos.

## SISTEMA DE COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones integra las siguientes funciones generales:

- a. Administra la información que genera el sistema de gestión.
- b. Produce información útil con destino a las partes interesadas, mediante la generación de informes de gestión.
- c. Es responsable de la capacitación del personal y la divulgación del plan o medidas de manejo ambiental, de los proyectos que lo integran, los procedimientos y demás herramientas de la gestión.

Una de las actividades que interesa resaltar es la generación de informes periódicos y finales sobre la gestión ambiental del proyecto, con destino a las autoridades ambientales (según aplique) y que servirán de soporte para atender inquietudes de las comunidades del área del proyecto.

## SISTEMA DE CONTROL

La función de control de la gestión ambiental estará a cargo de una interventoría ambiental idónea, conformada por un equipo de profesionales cuyas funciones se describen más adelante en este documento. Esta interventoría verificará que se aplique lo previsto en el PMA o las medidas de manejo ambiental, según aplique, por parte de las empresas contratistas y contará con herramientas de seguimiento y control para generar la información durante el desarrollo de las actividades.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación de la gestión se realiza mediante indicadores soportados en los resultados de los sistemas mencionados anteriormente, tal como se muestra en la **tabla 4-5** como referencia. Sin embargo, se sugiere ajustar los indicadores de manera específica para cada uno de los proyectos acorde con las particularidades del entorno y las medidas previstas en el documento ambiental del proyecto.

**Tabla 4.5. Indicadores de gestión sugeridos**

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	INDICADOR SUGERIDO	CRITERIO DE ÉXITO SUGERIDO
Obtención de permisos de aprovechamiento de recursos naturales	Número de permisos requeridos / número de permisos obtenidos	Excelente, si el valor del indicador es 1
Contacto y socialización del proyecto con la comunidad	Veredas socializadas / número total de veredas intervenidas	Excelente, si el valor del indicador es 1 Bueno > 0,8
Concertación con propietarios (permisos de paso)	Número de paz y salvos / cantidad de predios intervenidos	Excelente, si el valor del indicador es 1 Bueno > 0,9
Capacitación del personal	Número personas capacitadas / personal total empleado	Excelente, si el valor del indicador es 1
Construcción de helipuertos y zonas de descarga	1) Número helipuertos o zonas de descarga construidos / número helipuertos o zonas de descarga programados 2) Área total ocupada / área total planeada para ocupar.	1) Bueno, si el valor del indicador es 1; excelente, si el valor del indicador es inferior a la unidad. 2) Bueno = 1, excelente < 1
Construcción de campamentos	1) Número de campamentos construidos/ número de campamentos programados. 2) Área total ocupada / número campamentos construidos. 3) Hectáreas deforestadas / número campamentos construidos 4) Área total ocupada / área planeada por ocupar	1) Bueno, si el valor es 1; excelente < 1 2) Para comparar con otros programas. 3) Para comparar con otros programas. 4) Bueno = 1, excelente <1
Trocha y topografía	1) Porcentaje de la línea en que la trocha es igual o menor a 1.2 m.	1) Excelente 100 % Bueno 95%
Ubicación y perforación de puntos de disparo (para sísmica por fuente impulsiva mediante químicos, comúnmente sismigel)	1) Número de pozos reubicados / número de pozos que requieren ser reubicados. 2) Número de puntos de disparos definidos que cumplen las distancias mínimas / número total de puntos de disparos.	1) Excelente = 1 2) Excelente, si el valor del indicador es 100%
Generación de la onda sísmica	1) Predios con infraestructura afectada / número de predios intervenidos. 2) Porcentajes de paz y salvos de actas post registro obtenidos sobre el total de las actas de vecindad levantadas pre-registro. 3) Áreas sensibles sobre las que se hicieron retiros previstos en la guía.	1) Excelente = 0 2) Excelente, si es 100% 3) Excelente = 100 %,

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	INDICADOR SUGERIDO	CRITERIO DE ÉXITO SUGERIDO
Uso del recurso hídrico	1) Caudal de agua utilizada (l/s) / caudal autorizado (l/s). 2) Volumen de agua utilizada, m <sup>3</sup> / volumen de agua estimado, m <sup>3</sup> . 3) Monitoreos fisicoquímicos que cumplen la norma o las concentraciones de referencia. 4) Monitoreos de calidad del agua en los que se han evidenciado cambios atribuibles al proyecto.	Bueno = 1 Excelente = valores inferiores a la unidad (aplica a los indicadores 1 y 2) 3) Excelente = La totalidad. 4) Excelente = 0
Gestión social	1) Número de quejas de la comunidad cerradas / Número total de quejas presentadas. 2) Juntas de acción comunal en las socializaciones (representación) / número de veredas intervenidas. 3) Número de personas en las socializaciones / número de habitantes en el área intervenida.	1) Excelente = 1 2) Excelente = 100%; Bueno, mayor al 80% 3) Excelente = mayor al 20 %; bueno mayor al 10%
Manejo de residuos	1) Cantidad residuos generados / cantidad residuos estimados. 2) Cantidad residuos no orgánicos generados / cantidad entregados a gestores autorizados. 3) Cantidad de residuos industriales y especiales.	1) Bueno = 1 Excelente = <1 2) Excelente = 1 3) Excelente = 1
Restauración	Áreas intervenidas por el proyecto (campamentos, otras áreas intervenidas, etc.) (m <sup>2</sup> ) / Áreas restauradas por el proyecto (m <sup>2</sup> ). Km de línea restaurada / km de líneas niveladas.	1) Excelente = 100 % 1) Excelente = 100 %
Seguimiento Autoridad Ambiental	1) Número de requerimiento por cada visita realizada por la Autoridad ambiental. 2) Número de requerimientos cumplidos con soportes / Número de requerimientos hechos por las CAR. 3) Iniciación de procedimiento sancionatorio ambiental.	1) Excelente = 0 2) Excelente = 1 3) Excelente = 0

Fuente: elaboración propia.

# 5.

## DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

- 5.1. Descripción general de la actividad
- 5.2. Tecnologías aplicadas a la adquisición sísmica
- 5.3. Fase pre-operativa en proyectos de exploración sísmica terrestre
- 5.4. Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre
- 5.5. Abandono y restauración del área intervenida

## 5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

### 1. INTRODUCCIÓN

Los métodos geofísicos se utilizan para tener un mejor conocimiento del subsuelo, y se realizan de manera indirecta. La aplicación de estos métodos comprende desde el sector extractivo hasta sectores como el de la infraestructura, así como para la identificación de acuíferos. Al compararse la adquisición sísmica con otros métodos, ambientalmente se observa que este método específico requiere de una mayor intervención en superficie que los otros, pero el alcance de este lo convierte en la mejor herramienta para investigar el subsuelo.

La ejecución de un programa sísmico comprende varias etapas, iniciando con estudios preliminares, donde se utiliza información integrada de múltiples herramientas geológicas y geofísicas. Esa utilización lleva a los intérpretes a tener un mejor conocimiento del subsuelo, y permite tomar las decisiones sobre dónde debe materializarse un estudio adicional que requiera mayor detalle.

En el ejercicio de las buenas prácticas, las compañías operadoras deben incluir en su fase de diseño, los componentes que conlleven a realizar programas sísmicos que se ajusten a los lineamientos ambientales.

La planificación de un programa sísmico debe hacerse teniendo en cuenta los impactos ambientales, de tal forma que estos se puedan prevenir, mitigar o evitar.

### 2. QUÉ ES LA EXPLORACIÓN SÍSMICA

Es una etapa mediante la cual se realiza la búsqueda de petróleo y gas tanto costa adentro (*onshore*) como costa afuera (*offshore*). La exploración sísmica se lleva a cabo mediante la técnica de prospección sísmica que es un método geofísico ampliamente empleado en la rama de la exploración de hidrocarburos, consistente en la generación artificial de ondas elásticas, por medio de fuentes de energía impulsiva o vibratoria, que se propagan a través de las capas del suelo. Una vez se encuentra un cambio de litología en el recorrido, las ondas se reflejan hacia la superficie, siendo finalmente registradas por receptores, llamados geófonos. La **figura 5.1** muestra cómo es la generación de ondas y su recepción en superficie.

**Figura 5.1. Esquema de propagación de ondas sísmicas**



Fuente: Enciclopedia Británica, 2010

La prospección sísmica se puede realizar en dos o tres dimensiones, esto es 2D o 3D. La primera aporta información en un solo plano (vertical) en profundidad, a través de las capas de rocas debajo del perfil donde se ubican tanto las fuentes como los receptores. Por su parte, la adquisición 3D utiliza líneas de receptores que van en un sentido determinado, y líneas fuentes que normalmente están en forma ortogonal a las primeras, lo que permite obtener un volumen de datos tridimensionales. El producto de la sísmica se utiliza en la etapa de interpretación de los datos, y permite determinar con mayor exactitud el tamaño, forma y posición de las estructuras geológicas. La sísmica 3D se refiere a una nueva adquisición sísmica en un área donde ya se adquirieron este tipo de datos previamente.

Para realizar el registro de la información sísmica, se requiere contar con una fuente de energía que permita la generación de las ondas elásticas (compresionales), las cuales se propagan en los medios rocosos y, cuando sean reflejadas, pueden ser detectadas por los sensores adecuados.

Los sensores (geófonos) están dispuestos controladamente en el terreno del área de estudio, sobre un trazado lineal en el caso 2D o sobre varias líneas en caso de una adquisición sísmica 3D. Dichos geófonos convierten las ondas en impulsos eléctricos proporcionales a su magnitud, los cuales son direccionados hasta un equipo de registro, donde se graban y almacenan digitalmente. Posteriormente, durante el procesamiento de los datos, la suma o apilamiento de las secciones de registro obtenidas, permiten la conformación de un perfil sísmico, el cual constituye el producto final del trabajo de campo del proyecto.

### 3. DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES SÍSMICAS

Para la ejecución de un programa de adquisición sísmica se pueden identificar cuatro fases:

- Planeación
- Preoperativa
- Operativa
- Posoperativa

#### 3.1 Fase de planeación

Antes de las operaciones de adquisición en campo, se realizan actividades transversales de orden precontractual, donde se ejecutan diagnósticos, identificación de rasgos y evaluaciones previas a la operación, las cuales permiten ajustar el diseño sísmico, formular actividades de viabilidad y planear los requerimientos necesarios para llevar a cabo la adquisición.

La planeación de viabilidad incluye la identificación de las condiciones ambientales y sociales presentes en el área de estudio, donde se definen zonas sensibles del área que pudieran afectarse con ocasión de la ejecución del programa sísmico. De esta forma se pueden determinar y realizar los estudios para dar cumplimiento a los requerimientos solicitados por parte de las autoridades ambientales y sociales, entre los cuales se incluyen las consultas previas, en caso de ser requeridas.

Toda esta información es útil para crear una matriz de riesgos y controles para el programa, y así poder determinar las acciones para prevenir, mitigar o evitar.

#### 3.2 Fase preoperativa

En esta fase, tienen lugar las actividades relacionadas con las etapas previas a la ejecución de los trabajos directos del programa sísmico; dentro de ellas se cuenta la presentación ante las autoridades locales y las comuni-

dades que hacen parte del área de operaciones del proyecto. Posterior a la presentación a las comunidades, se da el inicio a la gestión de permisos con los poseedores o propietarios de los predios privados en los cuales se adelantará la actividad, la presentación a comunidades y las servidumbres se pueden realizar simultáneamente de acuerdo con el avance de las presentaciones a comunidades, garantizando que no se van a solicitar servidumbres en predios de comunidades que no han tenido la presentación del proyecto.

Adicionalmente, se realizan valoraciones ambientales, sociales y de seguridad física; así como, actividades de gestión en seguridad industrial y salud en el trabajo. Esto permite hacer un perfeccionamiento de la matriz de riesgos y controles. Todas estas actividades en esta fase continúan durante las etapas operativas del proyecto. También se inicia la contratación en el área de personal, bienes y servicios, requeridos para esta etapa de la operación. Esto se realiza de forma gradual y continúa en la fase operativa.

### 3.3 Fase operativa

La fase operativa del proyecto de adquisición sísmica comprende las siguientes etapas, tal como se muestra en la **figura 5.2**:

**Figura 5.2. Actividades operativas de un programa de adquisición sísmica**



Fuente: elaboración propia.

#### Campamentos, helipuertos y zonas de descarga

Una vez se han identificado las necesidades de infraestructura para el normal desarrollo de un proyecto de adquisición sísmica, se definen los sitios para instalación o adecuación de campamentos, construcción y habilitación de magazines para el almacenamiento de material fuente de energía tipo impulsivo, comúnmente sismigel, y puntos de apoyo logístico. Para esto se tienen en cuenta diferentes criterios ambientales y logísticos, dentro de los cuales están los siguientes:

1. Infraestructura existente en el área del trabajo.
2. Potrereros y/o zonas intervenidas por los propietarios de predios.
3. Cercanía o facilidades para la captación o suministro de aguas de uso doméstico.

4. Áreas despejadas que no resulten ambientalmente sensibles o con valores culturales de la comunidad.
5. Puntos estratégicos en términos de movilidad hacia los diferentes frentes de trabajo.
6. Áreas planas, libres de vegetación arbórea.
7. Áreas sin restricciones legales para su ocupación.

De igual manera y según la necesidad de adecuar helipuertos o zonas de descarga, su ubicación se hará teniendo en cuenta las Medidas de Manejo Ambientales (MMA) establecidas.

### Levantamiento topográfico

Durante esta etapa se trasladan al terreno las coordenadas del programa. Así mismo, se efectúa la señalización y ubicación de estacas para puntos fuentes y puntos receptores.

Una vez realizado el levantamiento, el topógrafo realizará una descripción tramo por tramo (esquema de línea), de los sitios por donde cruza la línea (ya sea 2D o 3D), haciendo énfasis en los elementos ambientales encontrados a su paso. La **figura 5.3** muestra un detalle del levantamiento topográfico en campo utilizando dos tipos de tecnología.

**Figura 5.3. Levantamiento topográfico (Estación y Satelital)**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Perforación-Vibración: fuente de energía

Una vez nivelados los puntos fuente y para el caso de una de las fuentes impulsivas más comunes es la química (comúnmente sismigel, la cual es descrita más adelante en este capítulo), se inicia con la perforación de estos puntos, mediante el uso de taladros hidráulicos o neumáticos. El diámetro aproximado del hoyo a realizar es de 10 cm y su profundidad puede ser de varios metros.

Dependiendo de las características del terreno (litología existente, materiales no consolidados, altura del nivel freático, entre otros), se define el método de perforación más apropiado, ya sea neumático o hidráulico. El primero utiliza como sistema de circulación de material el aire, el cual es suministrado por un compresor. Para el método hidráulico, el sistema utilizado es el agua. en este caso, el suministro de agua se realiza mediante una motobomba, para el caso de equipos portátiles y una bomba de lodos, cuando se utilizan equipos mecanizados. La **figura 5.4** muestra la actividad de perforación con un taladro portátil neumático.

**Figura 5.4. Perforación sísmica con taladros neumáticos**

Fuente: Ecopetrol, 2021.

Luego de realizar la perforación, se inicia la colocación del material fuente química de energía (generalmente, sismigel) en el fondo del hoyo y el correcto taponado de este.

Para el caso de uso de fuente vibratoria, una vez están dispuestos en el campo los geófonos y asegurada su sincronización con el equipo de registro, se realiza el ingreso con el vehículo de vibración a los puntos fuentes previamente señalizados por el grupo de topografía. Este vehículo es también conocido como vibrador o vibro y genera una señal acústica en la tierra al aplicar y variar una presión sobre la superficie llamada “barrido”.

Los vibradores son unos vehículos especiales, tipo tractor con llantas dentadas, que son acondicionados para que a través de una plancha que se acopla al suelo por unos segundos, se genera la vibración controlada y programada con anterioridad. En este caso no se realiza ninguna perforación, simplemente se ubica el vehículo o grupo de vehículos (flota de vibradores) en el punto georreferenciado y se generan las ondas a registrar. La figura 5.5 muestra un tipo de vibrador disponible para la operación sísmica.

**Figura 5.5. Ejemplo de fuente vibratoria**

Fuente: Ecopetrol, 2021.

#### Alternativas para ubicación de fuentes

Para la ubicación de los puntos fuentes, se deben tener en cuenta tanto los aspectos técnicos del programa sísmico, como los puntos de interés ambiental y social identificados en el área. Así las cosas, para la

ubicación de estos puntos, se respetarán las distancias mínimas según los parámetros establecidos en la presente guía.

Sin embargo, durante el desarrollo del programa sísmico, se analizan alternativas para la reubicación de puntos fuentes, las cuales están fundamentadas en el cambio de posición de estos, buscando conservar las distancias ambientales y cumpliendo con la correcta iluminación del objetivo geológico en el subsuelo. Entre las opciones a considerar, se encuentran las siguientes, no obstante, pueden emplearse otras de acuerdo con el criterio y experiencia del personal de la sísmica, atendiendo siempre los criterios ambientales para este fin.

**Offset:** consiste en hacer un desplazamiento del punto fuente, en forma perpendicular a la línea sísmica preploteada, no mayor a la distancia existente entre puntos de recepción.

**Undershooting:** cuando se presenta una zona extensa en donde no se pueden ubicar los puntos fuentes, por ejemplo, un río, corriente o cuerpo de agua en general, o elementos ambientales sensibles, se puede usar esta alternativa, la cual consiste en activar la fuente sísmica sobre un lado del obstáculo con un tendido colocado sobre el lado opuesto, con el fin de obtener cubrimiento en el subsuelo por debajo del obstáculo mismo.

**Quiebres de línea (2D):** en los casos en que la línea cruce áreas restringidas operativamente y/o ambientalmente, se podrán realizar pequeños cambios en el rumbo de la misma, con el fin de evitar el obstáculo. El ángulo de desviación no debe ser mayor a cinco grados, ya que aumentaría el riesgo de generar falsa iluminación del subsuelo. Una vez se supere dicho obstáculo, se vuelve nuevamente a tomar el rumbo original.

**Compensaciones (3D):** realizar desplazamientos *inline*, derecha o izquierda, de acuerdo con la distancia determinada entre puntos receptores.

Compensaciones (2D): consiste en realizar desplazamientos a mayores o a menores de la línea, en espacios vacíos de puntos receptores, de acuerdo con el diseño propuesto.

**Skip:** si ninguna de las alternativas anteriormente expuestas se puede aplicar, es posible dejar de perforar el punto fuente, quedando un vacío en este sitio. El porcentaje de este tipo de situaciones debe ser mínimo para que no afecte la calidad de la nueva imagen sísmica.

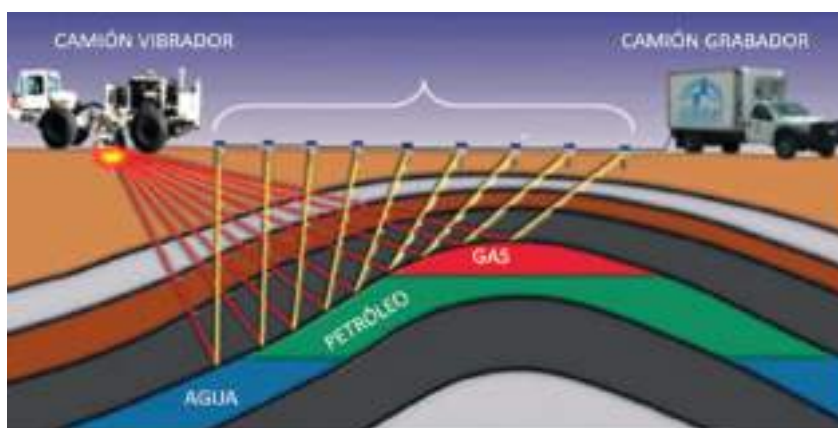
### Cargado y tacado de pozos

Luego de realizada la perforación, se verifica la profundidad del pozo y se procede a introducir la materia química fuente de energía. Posteriormente se realiza el taponamiento del pozo con el material extraído durante la perforación (dispuesto cerca de la boca del pozo) o algún otro material inerte que cumpla las funciones de tapón, dejando en superficie únicamente una porción de cable para la activación de la fuente de energía. En los casos que sea requerido, se utilizará adicionalmente material pétreo para esta actividad, adquirido por medio de terceros que cuenten con los permisos y autorizaciones vigentes.

La carga ensamblada es llamada taco, cuenta con un sello impermeable, es rígida, pero de fácil manejo y se acciona por medio de un detonador llamado Cap (activador).

### Registro

Como ya se mencionó anteriormente, la fase de registro involucra la generación artificial de ondas elásticas de manera controlada, las cuales se propagan en las capas del subsuelo y son reflejadas por las diferentes capas encontradas en su viaje. Las ondas reflejadas son registradas en superficie por aparatos sensibles denominados geófonos (en zonas pantanosas o inundables se llaman hidrófonos o geófonos de pantano) y grabadas digitalmente en medio magnético para su posterior procesamiento y análisis. La figura 5.6 muestra un esquema de generación y recepción de ondas, las cuales son grabadas en una unidad central.

**Figura 5.6. Esquema de registro sísmico**

Fuente: <https://www.sectorelectricidad.com/9588/la-sismica-en-la-exploracion-de-hidrocarburos/>

### Ubicación de geófonos

En cada punto receptor (estaca) se coloca un grupo de geófonos o un geófono sencillo que va acoplado al suelo y enterrado de manera que esté en posición vertical.

Cuando se usa un grupo de geófonos o sensores (ristra), estos se distribuyen de acuerdo con especificaciones de la compañía a cargo del programa sísmico. Adicionalmente, se inspeccionan los cables y geófonos regados para garantizar su operación normal.

### Plantado de geófonos

Durante el plantado de los geófonos se deben tener las siguientes consideraciones:

El patrón de geófonos debe ser plantado centrado en la estaca. Cuando la diferencia de elevación de la topografía entre estacas es superior a los tres metros, se debe acortar la longitud efectiva o se cambia la dirección del patrón (perpendicular a la línea).

Es muy importante remover pastos, ramas, raíces, etc., del área que rodea al geófono y se debe asegurar que los cables no queden suspendidos por algún tipo de vegetación.

Se debe crear un área limpia con un radio de 30 cm alrededor de cada geófono. Esta limpieza garantizará que la respuesta del geófono permanezca relativamente tranquila, aún si el viento aumenta. Para una disminución del ruido ambiente en los geófonos que puedan afectar los datos es recomendable enterrarlos y taparlos (ver figura 5.8 derecha), para esto, va antes de la cuadrilla de regada una cuadrilla de picada que abre con una pica, pequeños huecos de 15 a 20 cm de profundidad, donde se entierra el geófono y se tapa con el material extraído.

En los programas sísmicos es más importante obtener un buen acoplamiento que el mantener una separación perfecta en el patrón de receptoras. La punta del geófono debe estar completamente enterrada. El acoplamiento del geófono es proporcional a la superficie de la punta que hace contacto con el suelo. En receptores tipo nodal, algunos de ellos sin punta, el sensor debe enterrarse para asegurar el acoplamiento al suelo.

### Número de geófonos por grupo (arreglo)

El número de geófonos por grupo varía de acuerdo con la calidad y características de la señal sísmica, las condiciones del terreno y de un país a otro. Por ejemplo, en Suramérica se tienen varias opciones que van desde un geófono hasta 12 por grupo. También son utilizados instrumentos nodales como mecanismo de recepción de señales (1 por cada grupo), en lugar de equipos cableados. En la figura 5.7 se observan algunos ejemplos de diferentes arreglos de geófonos. Existen ventajas teóricas para el uso de varios geófonos por grupo; entre ellas

se tienen factores eléctricos, estadísticos, el principio de superposición y la atenuación de ruido coherente y formación de patrones. La **figura 5.8** muestra la composición de un geófono.

**Figura 5.7. Arreglos de geófonos disponibles en el mercado**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

**Figura 5.8 Partes de un geófono**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Puntos de vibración

Para la ubicación de los puntos de vibración, se tendrán en cuenta tanto los aspectos técnicos del programa sísmico, como los puntos de interés ambiental y social identificados en el área del programa de adquisición sísmica. En este orden de ideas, las distancias a elementos socio ambientales con relación a los puntos de vibración, deberán definirse según los resultados obtenidos para cada proyecto en las pruebas de Velocidad Pico de Partículas (Peak Particle Velocity -PPV por sus siglas en inglés), las cuales describen las vibraciones en términos de amplitud y frecuencia. A su vez, la amplitud puede caracterizarse por el desplazamiento, la velocidad y/o la aceleración de las partículas. La medición del impacto de las vibraciones en el terreno originadas por equipos de vibración se basa, casi exclusivamente, en la medición del nivel pico de vibración producido por dichas operaciones, y es la máxima velocidad de vibración registrada en el punto de interés.

El registro de PPV se utiliza para valorar el impacto de la vibración tanto en términos de daños estructurales, como de respuesta humana, dado que este valor puede relacionarse en forma directa con las deformaciones impuestas a las estructuras. Como consecuencia, el control de las actividades que generan vibraciones en el terreno deberá diseñarse de acuerdo con las técnicas de los valores de PPV; para esto, la operadora y contratistas deberán contar con personal capacitado y certificado en el tema. Dichas pruebas se recomiendan sean realizadas una vez previo al inicio de las labores en campo, con el fin de definir las distancias mínimas a contemplar durante la ejecución de las actividades de la sísmica para elementos socio ambientales de infraestructura.

### Activación y Registro

La activación del material fuente de energía química se realiza mediante detonadores eléctricos/electrónicos sísmicos, los cuales inician la carga colocada en el fondo de los pozos. La detonación se hace en un pozo a la vez, coordinado por el funcionario responsable del equipo de registro (Casablanca), con las nuevas tecnologías de equipos nodales, existe el sistema autónomo de registro, que no requiere ninguna comunicación con Casablanca. El sistema se basa en los segundos específicos configurados previamente, para activar las cargas autónomamente. El procedimiento consiste en la activación controlada de cada una de las fuentes de energía, generando con ello, una onda sonora dirigida hacia el interior del subsuelo, la cual se propaga a través de las rocas y al encontrar capas de densidad diferente, genera un rebote de onda hacia la superficie, allí es capturado por los sensores o geófonos y transportado por los cables a los equipos de registro/grabación. Cuando se usan instrumentos nodales la información es salvada dentro del nodo y posteriormente se descarga en los servidores.

Los detonadores o activadores de las fuentes impulsivas, además de cumplir con normas de seguridad de acuerdo con su sensibilidad, deben cumplir con el requisito de asegurar “retardos de tiempo aceptables” para la industria sísmica, respecto a una cantidad de energía suministrada. Esto asegura que, en el momento del procesamiento de los datos, los tiempos de viaje de las ondas sean correctos y contribuyan a formar la mejor imagen sísmica.

### Restauración del área de operaciones

Durante esta etapa, todos los sitios donde se realizó la operación son restaurados para garantizar las condiciones originales encontradas en campo. En el caso de las fuentes, se utilizará el mismo material del suelo perforado y en caso de ser requerido, se empleará material similar al existente, adquirido en los sitios autorizados para la compra. Esta etapa se hace posterior a la etapa de registro. En cuanto a los receptores, se retirará el material dispuesto para su ubicación y se revegetaliza el área, para evitar que las líneas sean utilizadas para otros efectos.

### Desmantelamiento y restauración de campamentos

Una vez terminada la actividad anteriormente descrita, se procede con el desmantelamiento y restauración de las áreas adecuadas, para soportar las operaciones en campo. Dentro de esta etapa, se consideran criterios de conservación física y biológica, con el propósito de dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.

## 3.4 Fase posoperativa

La etapa posoperativa del programa de adquisición sísmica comprende las actividades encaminadas al cierre socio ambiental del proyecto que incluye lo siguiente:



### Obtención de paz y salvos

Una vez realizado el pago de los contratos realizados con cada uno de los propietarios de los predios que fueron intervenidos por el programa sísmico, así como de la restauración de las áreas intervenidas, el personal del área de gestión inmobiliaria de la compañía de servicios de adquisición gestiona los paz y salvos de cada predio.

### Cierre socio ambiental del proyecto

Luego de hacer los pagos de las afectaciones necesarias para el programa, por el uso de las áreas de cada predio y terminadas la etapa de restauración y las actas de evaluación vial post Registro, en cada una de las veredas se programarán reuniones de cierre del proyecto en las cuales asistirá personal del área ambiental, gestión inmobiliaria, administración y recurso humano de la compañía de servicios; allí se realizará el cierre del proyecto en cada una de las veredas.

### Liquidación contractual del proyecto

Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos dados entre la empresa operadora y el contratista de la sísmica, se procede a la liquidación contractual del proyecto.

Finalmente, con la información recolectada por parte de la empresa operadora se inicia el procesamiento e interpretación de la información adquirida, con el fin de validar o reevaluar las oportunidades exploratorias, áreas prospectivas y/o prospectos identificados. Esta actividad se realiza en centros especializados de procesamiento, y requiere la utilización de software y equipos normalmente dispuestos en centros de cómputos, que se encuentran fuera de las instalaciones del área de operaciones en campo.

Versión 2  
Octubre 2024

## 5.2. TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA ADQUISICIÓN SÍSMICA

SIS-5-020

### 1. TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA ADQUISICIÓN SÍSMICA

#### 1.1 Georreferenciación

Para materializar el proyecto sísmico en el terreno es preciso tener en cuenta que debe estar enmarcado dentro de la red geodésica nacional establecida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), de acuerdo con la normatividad instaurada por esta institución.

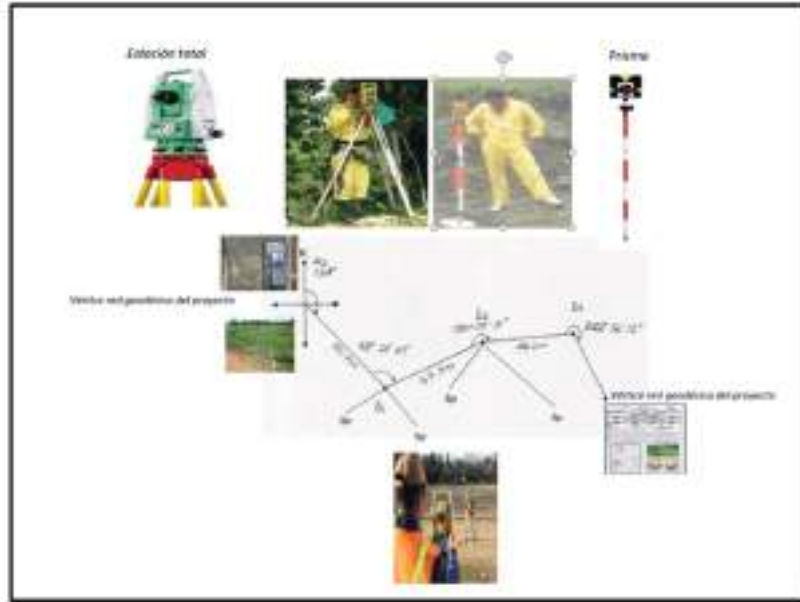
Para este propósito se utilizan básicamente dos métodos:

#### Topografía convencional

Este método para la materialización de puntos fuentes y receptoras, georreferenciados, se efectúa por métodos geométricos y trigonométricos, utilizando equipos ópticos electrónicos denominados estaciones totales y pris-

mas. Se realizan poligonales que deben iniciar y finalizar en un vértice de la red geodésica y desde los vértices de éstas se materializan, georreferenciando de esta forma las fuentes y las receptoras. La figura 5.9 muestra algunos equipos de topografía y detalles sobre la operación en esta actividad.

**Figura 5.9. Tipos de equipos utilizados en la fase de topografía**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

El método de topografía convencional puede ser utilizado en terrenos y cobertura vegetal de todo tipo. Los equipos estaciones totales deben ser calibrados y certificados por un laboratorio especializado, y las estaciones y prismas deben estar calibrados y patronados durante el desarrollo de las labores de materialización topográfica en campo.

### Sistema GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés, Global Positioning System), funciona mediante una red de satélites en órbita alrededor de la Tierra, permitiendo determinar la posición geográfica en cualquier lugar.

La **figura 5.10** muestra un esquema de recepción de imágenes de satélites.

**Figura 5.10. Esquema de recepción de señal de GPS**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

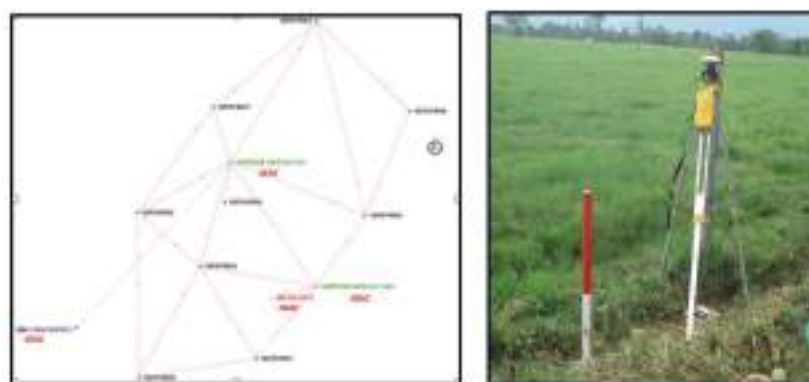
La materialización de puntos fuentes y receptoras, georreferenciados, aplicando el GPS, se efectúa por los siguientes tres métodos, utilizando equipos receptores de la señal que emiten los satélites que conforman la red de satélites:

### Método estático

Este método de posicionamiento consiste en el estacionamiento de receptores cuya posición no varía durante la etapa de observación denominada sesión (tiempo de recepción de señal GPS).

Se utiliza para determinar las coordenadas de los vértices de la red geodésica diseñada para el proyecto sísmico, partiendo de vértices de la red geodésica del IGAC. La **figura 5.11** muestra la red geodésica y el posicionamiento del equipo receptor.

**Figura 5.11. Esquema de red geodésica (izquierda) y estación receptora en vértice de red geodésica (derecha)**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Método relativo en tiempo real (RTK)

RTK (por sus siglas en inglés Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real es una técnica usada para la topografía basado en el uso de medidas de fase de navegadores con señales GPS, donde una sola estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real con exactitud centimétrica.

La **figura 5.12** muestra un esquema de operación e imágenes de la actividad en campo.

**Figura 5.12. Esquema de operación y actividades de campo para el posicionamiento de las estaciones**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Sistemas de Aumentación Basados en Satélites

Se conocen como SBAS (*Satellite Based Augmentation System*, por sus siglas en inglés). Son sistemas que proporcionan correcciones a las señales de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS, *Global Navigation Satellite System*, por sus siglas en inglés), para mejorar la estimación en el cálculo de la posición geográfica.

Los métodos GPS pueden ser utilizados en terrenos planos o colinados donde no se presenten sectores encañonados y con baja cobertura vegetal.

Los equipos receptores de GPS se calibran automáticamente y el patronamiento del sistema de coordenadas locales debe ejecutarse y revisarse al iniciar las labores de materialización de los equipos en campo.

### 1.2 Fuentes sísmicas

Para la ubicación y materialización de los puntos fuente, independientemente del tipo de energía sísmica definida y de acuerdo con los aspectos técnicos del programa sísmico como los puntos de interés ambiental y social identificados en área, se respetarán las distancias establecidas en la presente Guía Básica Ambiental para Programas de Exploración Sísmica, consignadas en las Tablas 6.11 y 6.12 o, para el caso de vibradores, mediante la aplicación de la técnica de PPV.

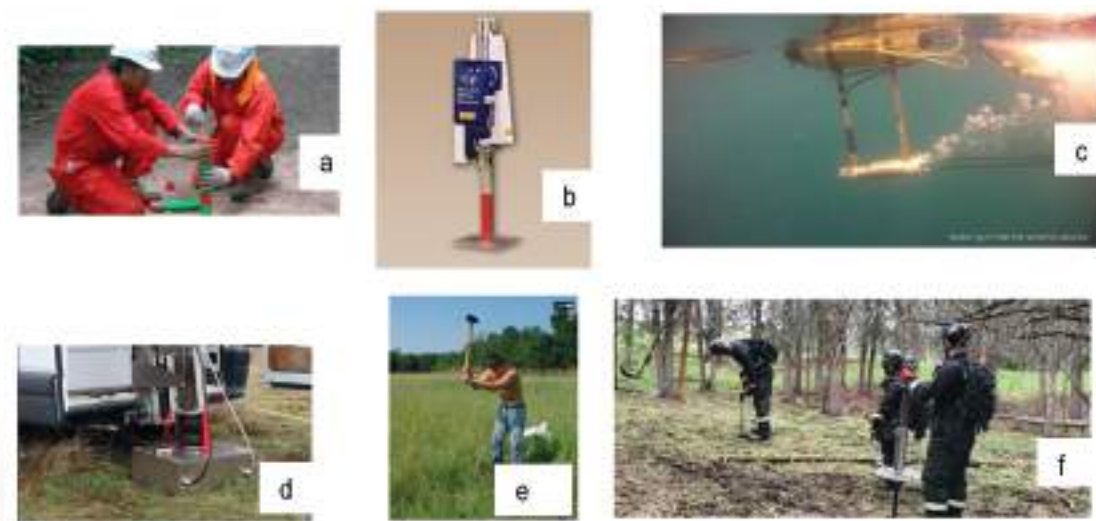
Existen dos tipos de fuentes de energía utilizadas para generar estas ondas elásticas: impulsivas y vibratorias.

#### Fuentes impulsivas y tipos de carga

Son todas las fuentes que por medio de liberación puntual de energía (pulso), son capaces de excitar un medio para generar las ondas compresionales. Su principal característica es tener una corta duración de pulso (milisegundos), con una generación de frecuencias no controlada. Dentro de las más utilizadas están las fuentes de potencial químico, las de cañones de aire comprimido, los émbolos de compresión o electromagnéticos y los pistones a presión.

La **figura 5.13** muestra ejemplos de las fuentes; algunas se describen a continuación.

**Figura 5.13. Tipos de fuentes impulsivas: a. química, comúnmente sismigel, b. Martillo Acelerado (AWD), c. cañones de aire. d. fuente electromagnética, e. martillo (manual y mecánico), y f. pin-point**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

- **Sismigel:** es un explosivo que utiliza material químico en su composición y es el tipo de fuente impulsiva comúnmente utilizada en Colombia. Se encuentra descrita con más detalle en este capítulo.
- **Cañones de aire:** los cañones de aire son fuentes que se utilizan en sismica marina o en aguas continentales de varios metros de profundidad. Se utilizan para generar ondas elásticas en medios acuáticos, tales como mares, ríos y cuerpos de agua cuya profundidad permita el ingreso del equipo y su operación de acuerdo con los lineamientos ambientales establecidos. En términos generales la afectación de este tipo de fuente en adquisición terrestre puede estar asociada a la integridad de las orillas del cuerpo de agua, alteración del sustrato del fondo y a la afectación a la fauna acuática en un radio muy cercano al disparo.
- **Pin-point:** esta fuente es una evolución del llamado Betsy Gun (<https://betsygun.com/>), que es básicamente una escopeta que dispara hacia abajo, es un dispositivo de tipo salva que se activa a una profundidad de 30 centímetros con una marca mínima en el suelo. Se utilizan para obtener imágenes de alta densidad para objetivos geológicos someros, donde su alcance pueda iluminar la estructura deseada del subsuelo. Es una fuente que definitivamente no causa impacto significativo dado lo reducido de su tamaño y su bajo poder energético comparado con el Sismigel.
- **Martillo:** es una herramienta operada en forma manual y su función es generar ondas de pequeño alcance en el subsuelo. Hay diferentes tipos de martillo, desde el simple mazo manual hasta sistemas de caída de peso acelerado (AWD) montados en vehículos, en términos generales lo que se busca es dejar caer un peso sobre una plancha metálica para generar el impulso. Generalmente se repite el golpe un cierto número de veces en el mismo sitio para mejorar la calidad de la señal. Normalmente, se utiliza como fuente para objetivos someros en geologías no complejas.
- **Fuente electromagnética:** el principio de operación es un martillo que se activa con la ayuda de una batería de corriente continua de 24 voltios. Su alcance está dirigido a objetivos someros en geologías no complejas.

Para la aplicación de fuentes impulsivas hay diferencias al valorar cada una de las técnicas, en algunos países se ha hecho práctica el definir retiros estandarizados para estas fuentes que utilizan como carga material químico, en nuestro caso sismigel, con el fin de atender las inquietudes y prevenciones que se generan en la comunidades donde se desarrollan las labores, en otros, dichos retiros se han definido bajo un concepto con un soporte técnico más robusto, utilizando para determinar los retiros la técnica de velocidad pico de partícula, que es una medida fundamental utilizada para cuantificar las vibraciones generadas durante una voladura en la industria minera y representa la máxima velocidad alcanzada por las partículas del terreno en respuesta a las ondas de presión generadas por la explosión. Para las nuevas tecnologías como el Pin Point, cañones de aire, Martillo, fuentes electromagnéticas, podría ser conveniente revisar el definir retiros estandarizados y avanzar para que los retiros se definieran bajo la técnica de velocidad pico de partículas específicos para cada proyecto, esto permite no solo que las autoridades y comunidades evidencien la definición de los retiros con soportes técnicos y pruebas de campo, sino que mejora la comprensión de las labores a desarrollar en el área.

Para este otro tipo de fuentes no se establecerán en esta guía especificaciones adicionales.

### Perforación de pozos

Para el caso donde se utiliza material químico, comúnmente sismigel, se deben realizar perforaciones en el terreno, mediante la utilización de taladros. Dependiendo de las características litológicas y otros rasgos en superficie (accesos, morfología, compactación, cobertura vegetal, rugosidad, hidrología, entre otras), existen diferentes tipos de taladros portátiles manuales o mecanizados disponibles en el mercado (ver figura 5.14), dentro de los cuales se pueden mencionar.

- Taladros manuales.
- Taladro portátil Carey.

- Taladro hidráulico oruga Track Drill.
- Taladro hidráulico XDrill.

Así mismo, en perforación se utiliza la tecnología según las condiciones del terreno, como es el caso del uso de martillos neumáticos de fondo que facilitan este proceso en zonas en donde la roca es consolidada y en algunos lugares con clastos aluviales o coluviales.. Adicionalmente, se usan taladros LIS (Low Impact Seismic – Sísmica de Bajo Impacto) que son más pequeños, requieren de líneas más angostas, son fáciles de maniobrar y operar, y causan un menor impacto al ambiente.

En algunas ocasiones, para la perforación se requiere hacer uso de un lubricante con el fin de evitar elevadas temperaturas, lubricar los sistemas de perforación neumáticos y daños en las brocas de los equipos, para perforaciones en litologías complejas donde los pozos se derrumban se emplean sistemas para evitar esta situación, en la perforación con circulación de agua se emplea lodo a base de bentonita o la perforación con aire comprimido, y, en algunos casos, se puede utilizar Cydril.

### Tipos de carga de fuente química

En la industria se encuentran varios tipos de carga, entre los que se pueden nombrar: pentolita, dyno, sismigel, etc.

En Colombia actualmente el material a utilizar para cargar los pozos es el sismigel, que corresponde a una fuente de energía densa tipo sísmico. Su manejo es muy seguro debido a su baja sensibilidad al roce y al impacto; no contiene nitroglicerina, por lo cual es un elemento seguro durante su manipulación, almacenamiento y empleo.

Este material está diseñado para labores de sísmica a diferentes profundidades; se puede utilizar en presencia de humedad y agua; presenta una alta velocidad de detonación, lo cual permite generar una pulsación de energía sísmica aguda y de buena definición. Para su activación requiere el uso de detonadores sismográficos (activadores). El sismigel normalmente se encuentra en envases plásticos de 900 gramos, los cuales poseen rosca en los extremos, con el fin de que puedan unirse en serie hasta completar la cantidad requerida. En la tabla 5.1 se observan las características propias de este material.

El almacenamiento del sismigel se realiza en sitios adecuados para tal fin, denominados magazines, con la supervisión de las autoridades competentes. El traslado de estos sitios a los frentes de trabajo se realiza en vehículos acondicionados especialmente para esta labor. El sismigel y los detonadores (blasting cap´s) se almacenan en cajas antiestáticas y se movilizan por separado en diferentes vehículos, desde su lugar de acopio temporal hasta las líneas sísmicas. Por lo tanto, se debe considerar el número de pozos a cargar diariamente. Los remanentes de material deben retornar a los sitios de acopio para cumplir con las normas de seguridad.

La composición química general del sismigel es la siguiente:

1. Sales acompañantes.
2. Nitratos.
3. Pentrita.
4. Gomas gelificantes, que evitan la segregación de los ingredientes oxidantes.
5. Otros elementos traza.

**Tabla 5.1. Características técnicas del sismigel**

Físicas	
Densidad	1.225±0,025 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la humedad	Excelente
Resistencia a la presión hidrostática	Buena (2kgf/cm <sup>2</sup> por 24 h)

Balísticas	
Velocidad de detonación (*)	5.500±500 m/s
Potencia relativa en volumen RBS	1.33
(*) Método al aire sin confinar iniciado con multiplicador Pentofex	337,5 g

Fuente: <https://www.indumil.gov.co/en/product/sismigel-plus-seismic-type-explosive/>.

Este material es diseñado especialmente para labores de prospección sísmica petrolera a diferentes profundidades. Con respecto a la duración del producto, se ha identificado que puede conservar sus características de detonación el primer año, siempre y cuando se encuentre en un medio seco. Después de este tiempo, el sismigel disminuye la velocidad de un 40 a 60 %.

La manipulación de este material debe realizarse en campo por personal debidamente certificado por la autoridad competente.

**Figura 5.14. Principales tipos de taladros para adquisición sísmica**

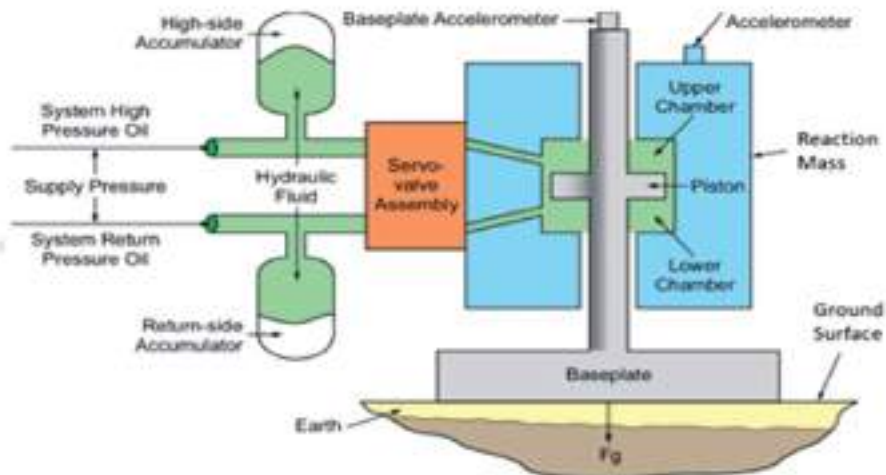


Equipos hidráulicos, torres mecánicas, taladros hidráulicos, taladros neumáticos, TRACTOR DRILL, Taladro Tipo Balco, Equipo mecanizado de perforación, motobombas y vehículos.

Fuente: Ecopetrol, 2021.

**Fuente vibratoria**

Dispositivo que por medio de un mecanismo hidráulico a alta presión genera vibraciones controladas en un sistema acoplado en un vehículo, inducidas al terreno por medio del contacto de una placa o plancha al suelo; así, se generan ondas de tipo compresional. Su principal característica es poder generar eventos controlados en esfuerzo y frecuencia. La **figura 5.15a** muestra esquemáticamente los elementos que componen el equipo de vibración y la **figura 5.15b** muestra las dimensiones típicas de un vibrador. La **figura 5.16** muestra imágenes sobre la operación con estos equipos.

**Figura 5.15a. Partes básicas de un vibrador**

Simplified schematic cross-section of the vibrocompaction system showing the hydraulic power supply, servo-valve assembly, reaction mass, piston and baseplate. The piston is positioned in a cylindrical bore inside the reaction mass, and is rigidly attached to the baseplate. High-pressure hydraulic fluid is alternately fed into the upper and lower chambers and drives the reaction mass up-and-down. The force acting on the reaction mass is equally and oppositely applied to the piston, causing the ground force ( $F_g$ ) to be transmitted into the ground.

**Figura 5.15b. Dimensiones típicas de un vibrador**

Fuente: Ecopetrol, 2021.

Existen diferentes tipos de vehículos vibradores disponibles en el mercado que se pueden utilizar según las características del objetivo geológico a iluminar y otras en superficie (accesos, morfología, compactación, cobertura vegetal, rugosidad, hidrología, entre otras).

El uso de este tipo de fuentes en ocasiones presenta ventajas por ahorros en tiempo de ejecución de las actividades, toda vez que se omite la fase de perforación; así mismo, en términos económicos.

**Figura 5.16. Imágenes de un vibro, mostrando la plancha que se posiciona en la superficie (izquierda), flota de vibros (centro) y un vibro en plena actividad (derecha). Nótese que, al poner la plancha en superficie, las llantas del camión quedan suspendidas en el aire**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

Otro de sus beneficios está asociado a la posibilidad de que los vehículos puedan realizar operaciones en áreas con presencia de infraestructura (zonas pobladas, locaciones y pozos) y elementos socio ambientales, sin generar afectaciones sobre los mismos o sobre vías. Este hecho permite emplear uno o más de un equipo de vibros en el registro de información, mejorando así la calidad de la misma, ya que no se tendrían huecos sin datos.

Durante la operación del vehículo, éste se mueve a su posición y baja la placa vibratoria hasta el suelo, donde se genera un acople perfecto al mismo. Mediante el control de flujo de fluido del pistón hidráulico ubicado dentro de la masa, el operador del vehículo puede hacer que el conjunto de pistón y la placa vibratoria se muevan de arriba a abajo en frecuencias específicas, transmitiendo la energía a través de la placa de base al suelo. La placa vibratoria se encuentra unida a una pesa fija, denominada peso de sujeción. En los momentos del ciclo en que la masa de reacción se mueve hacia abajo y la placa vibratoria se mueve hacia arriba, el peso de sujeción aplica una fuerza de compresión que mantiene la placa en contacto con el suelo.

Las distorsiones armónicas o resonancias, tanto en el vibrador como en la interface suelo/placa, pueden tener el efecto de una fuerza adicional dirigida hacia arriba y deben ser considerados en la selección de la salida deseada. Al aumentar el peso de sujeción sobre los vibros, se añade estabilidad al sistema y esto ayuda a establecer las condiciones óptimas de funcionamiento. La frecuencia y duración de la energía pueden ser controladas y variadas por el profesional especialista de acuerdo con el terreno y el tipo de datos sísmicos deseados.

El vibro emite generalmente un barrido lineal durante un tiempo controlado, comenzando con las altas frecuencias y reduciéndose con el tiempo; esto es llamado barrido descendente; o pasando de las frecuencias bajas a las altas, denominado barrido ascendente. La frecuencia también puede modificarse en forma no lineal, de manera que ciertas frecuencias son emitidas más largas que otras. En este orden de ideas, la energía desarrollada en un barrido puede o no ser suficiente para satisfacer el requisito propuesto, de acuerdo con la profundidad del objetivo y, por lo tanto, deberán ser emitidos otros barridos por una flota o grupo de vibros. Esta señal será su-  
mada en el sismógrafo, al cual llegan las respuestas captadas por los dispositivos de recepción. La **Figura 5.17** esquematiza la actividad de registro, haciendo uso de fuente de energía vibratoria. En la **tabla 5.2** se presentan las características generales y dimensiones tipo de una clase de estos vehículos.

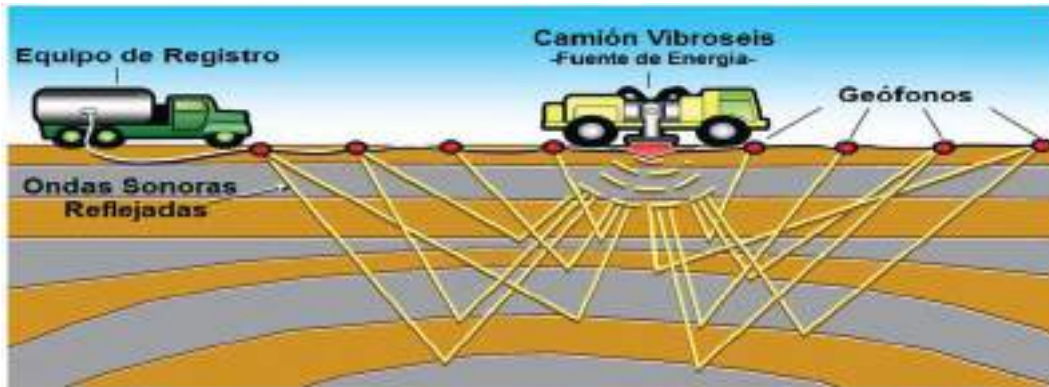
### 1.3 Registro sísmico

#### Equipos alámbricos

Cuando se utilizan estos equipos (conectados con cable), se colocan en serie las cajas inter-conectoras y se extiende el cable a lo largo de la línea (varios kilómetros), uniendo todo el sistema a la línea conectora de registro;

esta actividad se realiza de forma manual y continua; en caso de cruce de obstáculos como ríos, etc, se utiliza telemetría para superarlos. En la figura 5.18 se presentan los detalles del alistamiento del cable a utilizar para realizar la actividad.

**Figura 5.17. Esquema general de registro con fuente de energía vibratoria**



Fuente: <https://petroleomundo.blogspot.com/2015/03/que-es-una-exploracion-sismica.html>

**Tabla 5.2. Ejemplo tipo de características técnicas de un vibrador**

DIRECCION	Articulada Oscilante
HOLD-DOWN WEIGHT	115 KN - 26000 Libras
ÁREA DEL PISTON	55.7 cm <sup>2</sup> -8.64 sq/in-
PESO BRUTO DEL VEHICULO	12.474 Kg
PESO DE LA PLANCHA	1184 Kg -2610 lb-
MOTOR	John Deere 4045T, 4.5L -140 HP @ 2400 RPM-
CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE	378 L (100 Gl)
RUIDO	81 dB @ 7 metros
SISTEMA ELÉCTRICO	Alternador de 12 V de inicio; 12 V carrera con 120 amperios

**Figura 5.18. Alistamiento de equipo para registro**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Equipos inalámbricos

A diferencia de los equipos con cable, los de registro plantean la posibilidad de ubicar estaciones autónomas en cada punto receptor sin tener que interconectarse. En este caso, cada unidad posee una batería, un sistema de

posicionamiento y almacenamiento de grabación de datos. Estos equipos pueden tener arreglo de geófonos en ristra o geófono único, lo cual depende del diseño sísmico establecido y la repuesta geofísica del terreno. La figura 5.19 muestra algunos ejemplos de equipos inalámbricos para adquisición sísmica.

**Cajas y equipos de recepción**

Son dispositivos electrónicos que se encargan de recibir las señales de los geófonos y transmitirlos a la unidad central de registro/grabación. Algunas de estas unidades requieren de una batería externa. La figura 5.20 muestra algunos equipos de registro que se disponen en campo.

**Figura 5.19. Diferentes equipos inalámbricos de adquisición sísmica**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

**Figura 5.20. Equipos de registro que se disponen en campo**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

Versión 2  
Octubre 2024

## 5.3. FASE PRE-OPERATIVA EN PROYECTOS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA TERRESTRE

SIS-5-030



Versión 2  
Octubre 2024

## 5.4. OPERACIÓN EN CAMPO EN PROYECTOS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA TERRESTRE

SIS-5-040

ETAPA DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	EQUIPO UTILIZADO	POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES
Trocha y topografía	La apertura de trochas, en los casos en los que aplique, se utiliza para la materialización de los puntos fuentes y receptoras, y para el acceso de personal y equipos.	Geoposicionadores satelitales (GPS), equipo de topografía, herramientas manuales para corte selectivo de vegetación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Afectación de la vegetación, de magnitud variable en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea.</li> <li>•Potencial creación de nuevos accesos que pueden facilitar el aprovechamiento de los recursos naturales, en áreas de colonización.</li> <li>•Generación de residuos.</li> <li>•Incremento temporal y puntual del contenido sólidos en aguas de escorrentía y cruces de cuerpo de agua.</li> </ul>
Perforación (sísmica por carga impulsiva)	<p>Se perforan pozos de disparo para colocar la carga sísmica en los puntos de las líneas sísmicas.</p> <p>Los pozos tienen generalmente las siguientes características:</p> <p>Distancia entre pozos: 15 a 100 m</p> <p>Diámetro: 2 a 4" (5 a 10 cm)</p> <p>Profundidad: 5 a 20 m</p> <p>La perforación en algunas ocasiones requiere el uso de agua, lodos u otras sustancias inertes.</p>	<p>-Taladros portátiles.</p> <p>-Taladros mecanizados.</p> <p>Sistema de perforación hidráulico (utiliza agua) o neumático (utiliza aire).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Aporte de sólidos en el agua de escorrentía por manejo de los residuos de perforación y lodos.</li> <li>•Compactación del suelo en el área de perforación, por pisoteo del personal de la cuadrilla.</li> <li>•Eventual contaminación del suelo (Posible derrame de combustibles para los equipos).</li> <li>•Generación de ruido con desplazamiento temporal de fauna.</li> <li>• Posible incremento puntual y temporal de concentración de sólidos en el agua subterránea.</li> </ul>
Cargue y tacado de pozos (material químico, comunmente Sismigel)	La carga se ubica en el fondo del pozo. Posteriormente, se hace taponamiento del hueco hasta la superficie con el material extraído durante la perforación, o con algún otro material inerte (tipo foam plug, ecotap, entre otros) que cumpla funciones de tapón.	Galvanómetro Tester Varas de cargado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación del suelo en el área de perforación, por pisoteo del personal de la cuadrilla.</li> </ul>

ETAPA DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	EQUIPO UTILIZADO	POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES
Tendido de cable	Se colocan las cajas y se extiende el cable a lo largo de la línea, uniendo todo el sistema a la línea de registro.	Ninguno. La operación se realiza manualmente	No hay efectos negativos de importancia.
Ubicación de geófonos	a) Se distribuyen los geófonos o sensores a lo largo de la línea o ristra, de acuerdo con especificaciones de la compañía operadora. b) Se inspeccionan los cables y geófonos regados para garantizar su operación normal. Se recomienda procurar el uso de geófonos inalámbricos.	Pica utilizada para hacer los huecos donde deben ir plantados los geófonos (20 cm de profundidad).	No hay efectos ambientales negativos significativos.
Sísmica por vibración	Ubicación de los vibros en los puntos fuentes previamente materializados.	Camiones vibradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación puntual del suelo.</li> <li>• Afectación de la cobertura vegetal, por tránsito de los vehículos.</li> <li>• Ahuyentamiento temporal de fauna.</li> </ul>
Detonación y registro (cargas químicas, comúnmente de sismigel)	Se activa la carga de sismigel colocada en los pozos. La activación se hace en un pozo a la vez, coordinando la operación con el funcionario responsable del equipo de registro. Se realizará el procedimiento adecuado para la neutralización y/o desactivación de cargas de sismigel no activadas o no registradas.	Blaster.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencial efecto dinamización de procesos erosivos cuando se interviene sobre terrenos en pendiente e inestables.</li> <li>• Generación de ruido y vibraciones de manera puntual y temporal.</li> <li>• Ahuyentamiento temporal de fauna por efecto del ruido.</li> <li>• Incremento puntual y temporal de concentración de sólidos en el agua subterránea (principalmente agua freática).</li> </ul>
Transporte y movilización	Desplazamiento de personal, equipos y vehículos para transporte.	Los equipos que aplican para todas las actividades en campo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación o dinamización de procesos erosivos cuando se desplaza sobre terrenos quebrados y friables.</li> <li>- Emisiones puntuales de gases a la atmósfera por combustión proveniente de vehículos.</li> <li>- Contribución al deterioro normal de vías por la movilización de los vehículos de la operación.</li> </ul>

Versión 2 Octubre 2024	<h2>5.5. ABANDONO Y RESTAURACIÓN DEL ÁREA INTERVENIDA</h2>	SIS-5-050
---------------------------	--	-----------



ACTIVIDADES	<p>Análisis, sobre el terreno, de los efectos causados sobre las áreas ocupadas (campamentos, helipuertos, trochas) por las actividades del proyecto.</p>	<p>Revisión y ajuste del plan de restauración y abandono propuesto en el documento de medidas de manejo ambiental.</p>	<p>Desarrollo del plan de restauración y abandono. Incluye: Incluye el retiro de equipos, cables y otros elementos utilizados, revisión o verificación del tapado de los huecos (sísmica por detonación), taponado pozo a pozo y verificando pozos o huecos sopladados, colapsados, cavernas existentes y restauración de los mismos con gravilla si es necesario. Limpieza de áreas intervenidas, revegetalización de líneas, campamentos y helipuertos. Reconformación y restauración de áreas erosionadas y las demás actividades que se identifiquen como necesarias.</p> <p>Eliminación de los factores de posible deterioro ambiental y de riesgo a la integridad física de los pobladores del área o a sus bienes. Levantamiento de los campamentos, facilidades y la clausura de las instalaciones de servicios.</p>	<p>Determinación del estado de la calidad de los recursos naturales del área, después de ejecutar el plan de restauración y abandono.</p> <p>Evaluar la incidencia en los acuíferos mediante monitoreo de las aguas subterráneas.</p> <p>Monitoreo de los piezómetros en los casos que se hayan instalado o identificado en el área para verificación de la calidad y nivel del agua, en caso de que aplique. Evaluar los resultados previos, durante y posterior al proyecto.</p>
-------------	---	--	--	--

## RESULTADOS ESPERADOS

<p>Determinación del estado de los recursos naturales en las áreas intervenidas.</p> <p>Complementación del conocimiento de efectos ambientales del proyecto.</p>	<p>Diseño del plan de restauración ajustado a los efectos reales del proyecto.</p>	<p>Recuperación de áreas afectadas.</p> <p>Impedimento físico a la dinamización de procesos que induzcan la colonización del área por la comunidad (si es pertinente).</p>	<p>Medida de la eficacia del plan de restauración e identificación de acciones correctivas y preventivas.</p> <p>Reporte de nuevos asentamientos humanos provocados por la actividad.</p>
---	--	--	---

# 6.

## DESARROLLO DEL PROGRAMA SÍSMICO

- 6.1. Desarrollo del programa sísmico
- 6.2. Actividades previas a la ejecución del programa
- 6.3. Movilización y transporte
- 6.4. Programa de arqueología
- 6.5. Instalación y operación de campamentos
- 6.6. Gestión de residuos
- 6.7. Gestión de aguas residuales y residuos líquidos
- 6.8. Gestión de materiales peligrosos
- 6.9. Manejo de fauna silvestre y flora
- 6.10. Construcción de helipuertos y zonas de descarga
- 6.11. Actividades de trocha (pica) y topografía
- 6.12. Manejo ambiental de la perforación
- 6.13. Activación de fuentes sísmicas de origen químico tipo sismigel y registro
- 6.14. Adquisición de datos utilizando vibradores
- 6.15. Plan de gestión social
- 6.16. Programa de capacitación de personal
- 6.17. Plan de gestión del riesgo
- 6.18. Monitoreo y seguimiento
- 6.19. Monitoreo y seguimiento a las aguas subterráneas
- 6.20. Interventoría ambiental
- 6.21. Informes de avance y cumplimiento
- 6.22. Acciones de compensación e inversión social

## 1. PLANEACIÓN OPERATIVA

Las recomendaciones que se hacen en esta guía no cubren todas las condiciones que se pueden encontrar durante el desarrollo de proyectos sísmicos en el país, teniendo en cuenta que las mismas deben obedecer a las condiciones particulares de cada proyecto. El terreno y otras condiciones ambientales varían hasta el punto de que las medidas para gestionar ambientalmente los proyectos solo se pueden establecer en términos generales. Para aquellas actividades en las cuales la guía no precise medidas ambientales o no haya regulaciones, debe prevalecer el sentido común de quienes llevan a cabo el proyecto, priorizando la protección de los recursos naturales. La guía que se formula pretende ser útil para abordar las preocupaciones ambientales para operaciones de proyectos sísmicos en general y servir de soporte técnico para desarrollar la gestión ambiental de proyectos específicos.

La identificación previa de las vías de acceso, zonas pobladas, restricciones culturales, pozos, líneas de flujo, nacimientos de agua, etc. tienen una gran influencia en el desarrollo de las operaciones. Dentro de la planeación de la actividad, los criterios de análisis de amenaza, vulnerabilidad y elementos expuestos ante escenarios de riesgo preexistentes son clave para tomar las decisiones sobre el tipo de fuente, como son los vibros o fuente impulsiva por detonación para el desarrollo de la exploración sísmica terrestre. Además de las condiciones topográficas o de relieve, se deben tomar en cuenta la facilidad de accesibilidad (crítico en el caso de los vibros), la vegetación presente, la humedad de los suelos, la geología superficial, el uso del suelo y otros factores. Todo esto sumado a la profundidad de investigación que requiera el proyecto.

Hoy en día, se usan fotos aéreas rectificadas u ortofotografías al igual que imágenes de satélite y LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging). Estos sensores remotos representan una ventaja muy grande para la planificación del levantamiento con respecto a la topografía y la vegetación de la zona. Se pueden conocer de antemano los desvíos a usar, vegetación, accesos, poblaciones, cuerpos de agua; inclusive hacer los desplazamientos de fuentes y receptoras en estado preplot, minimizando el trabajo en el campo; además, se puede determinar cómo se afectan las propiedades estadísticas de offsets, azimut y fold de las zonas de interés en un estado inicial (ANH - Mustagh Resources, 2010)

La siguiente etapa es la planeación operativa que concreta, en la práctica, las propuestas mencionadas y las desarrolla para cada actividad. Adicionalmente, la planeación operativa complementa las medidas de manejo ambiental en la medida en que permite incluir las obligaciones adicionales formuladas por la autoridad ambiental y el ajuste originado por las condiciones operativas al momento de iniciar el programa.

La operadora debe asegurar que, dentro de las actividades operativas a desarrollar por el contratista, se cuente con un equipo de profesionales de las áreas ambiental y social, necesarios para gestionar la implementación de las medidas ambientales previstas en el documento de medias de manejo ambiental formulado para el proyecto o lo establecido en la presente Guía y que genere los respectivos informes de gestión que sustente la gestión ambiental realizada.

Finalmente, se deben prever mecanismos para realizar la respectiva interventoría a la gestión ambiental desarrollada por los contratistas o un programa de auditorías que procure los mismos objetivos de la interventoría, esta labor se debe llevar a cabo por personal calificado e independiente.

## 2. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

En desarrollo de la planeación ambiental de un proyecto de Exploración Sísmica Terrestre se debe asegurar la obtención de las herramientas requeridas para gestionarlo. En la **tabla 6-1** se relacionan algunas de las acciones que se deben considerar:

**Tabla 6.1. Planeamiento ambiental de proyectos de exploración sísmica**

ETAPA	ACTIVIDADES PRINCIPALES
DISEÑO PRELIMINAR DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende la definición de los objetivos del proyecto sísmico, la definición de parámetros técnicos del mismo y la determinación de la ubicación y programa sísmico en concordancia con los objetivos planteados. Se recomienda aplicar lo establecido en el capítulo 4 (Aseguramiento de la Actividad Sísmica).</li> </ul>
PLANIFICACIÓN AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>La propuesta del proyecto debe ser evaluada ambientalmente, no como exigencia legal sino para mejorar el proceso de análisis y toma de decisiones sobre la actividad y su ejecución. Se realiza la selección de la fuente de energía a utilizar, teniendo en cuenta consideraciones técnicas y ambientales. Se elabora el estudio para determinar las medidas de manejo ambiental.</li> </ul>
DISEÑO DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados del estudio para determinar las medidas de manejo ambiental se incorporan al diseño del proyecto. Se recomienda formular un documento de Medidas de Manejo Ambiental o ajustar el proyecto para considerar e incluir lo establecido en la presente guía ambiental.</li> </ul>
PROCESO DE LICENCIAMIENTO O PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto ambientalmente planificado se presenta a la corporación autónoma según sea el caso.</li> </ul>
VERIFICACIÓN Y AJUSTES AL PLAN O MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se verificará y ajustará el plan o medidas de manejo ambiental de acuerdo con las exigencias adicionales formuladas por la autoridad ambiental (proyectos licenciados). Las condiciones definidas por la formulación de las Medidas de Manejo Ambiental para proyectos no licenciados o los lineamientos de gestión enunciados en la GBAPEST.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

La gestión ambiental del proyecto debe asegurar que, previamente al inicio de las labores de campo, se hayan obtenido la totalidad de los permisos ambientales y gestionado los requerimientos sociales ante las autoridades, según sea requerido, tales como:

- Permisos de ocupación de cauces
- Permisos de aprovechamiento forestal
- Permiso de captación de aguas
- Permiso de vertimiento de aguas residuales
- Sustracción temporal de áreas de reserva
- Consulta previa con comunidades étnicas (si hay lugar)

**Nota:** según aplique, se deben diligenciar los formatos establecidos en las Resoluciones Minambiente 2202 del 2005 y 1058 del 2021.

Igualmente:

- Prever el desarrollo de reuniones preliminares con la comunidad o sus representantes para precisar los alcances de la gestión ambiental y social a desarrollar en el proyecto.
- Precisar condiciones de prestación de servicios y procedimientos de contratación de personal.
- Prever el desarrollo de reuniones con representantes de los gobiernos locales para precisar los alcances del proyecto, las gestiones ambiental y social previstas
- Tratar, precisar y aclarar con gobiernos municipales los demás aspectos que se consideren pertinentes.
- Precisar y aclarar con la comunidad los demás aspectos que se consideren pertinentes.
- Indagar ante el Ministerio del Interior la procedencia de la consulta previa para el proyecto atendiendo la existencia de comunidades étnicas.
- Realizar las respectivas consultas previas, en caso de que en el área se acredite por el Ministerio del Interior la procedencia de dichas consultas para comunidades étnicas.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.2. ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA – FASE PREOPERATIVA

SIS-6-020

### 1. OBJETIVOS

El proyecto de exploración sísmica requiere desarrollar un conjunto de actividades preparatorias (fase preoperativa) de distinta naturaleza, cuyos propósitos principales son la organización de la ejecución en campo y el cumplimiento de requisitos de orden legal y social, indispensables para la realización de los trabajos.

### 2. ETAPA DE APLICACIÓN

Las actividades se ejecutan en esta fase preoperativa.

### 3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Dentro de las actividades a realizar, previas al desarrollo de las labores en campo, se cuentan:

- La operadora debe asegurarse de que la totalidad de sus contratistas cuentan con la información necesaria para adelantar la gestión ambiental prevista para el proyecto. En particular, que conocen en detalle el documento de MMA y han desplegado los requerimientos operativos para su implementación en campo.
- Reconocimiento del área para precisar la ubicación de campamentos y la logística de la operación a desarrollar.
- Realizar un plan de uso de vías autorizadas para el proyecto, y socializarlo a todo el personal.
- En la medida de lo posible considerar las condiciones climáticas para el desarrollo de las operaciones, tener en cuenta que estas pueden estar restringidas o ser más favorables a su desarrollo durante ciertas temporadas (periodos de lluvia o verano, protección a la vida salvaje, etc.). Se pueden aplicar restricciones por presencia de ciertas especies protegidas, al verificar condiciones de anidación o reproducción, entre otras variables.

- Revisión de la grilla prevista para perforación de los puntos de disparo sobreponiendo la información de actualización de infraestructura encontrada en el área de prospección sísmica (verificación de la tabla de distancias horizontales mínimas requeridas desde la fuente de energía) previamente al inicio de las actividades operativas, con el fin de reubicar los puntos que se requieran, evitando afectaciones de tipo social o ambiental.
- Presentación del programa a las autoridades regionales y locales, y luego a la comunidad.
- Aproximación a los propietarios de predios, arrendador, poseedor o tenedor para definir aspectos del proyecto, como la concertación del paso por predios de propiedad privada y la gestión ambiental prevista, entre otras.
- Contratación de personal, teniendo en cuenta lineamientos y normatividad de contratación vigentes de orden nacional y regional.
- En la **figura 6.1** se presentan de manera detallada las actividades a desarrollar durante esta etapa.

Entre las buenas prácticas a considerar en esta etapa del proyecto de adquisición sísmica, se mencionan las siguientes:

- Consultar la reglamentación ambiental vigente al nivel nacional y regional con el propósito de identificar las restricciones de intervención y manejo de la oferta ambiental y de restricciones para áreas protegidas, además de identificar los requerimientos de información y manejo del proyecto.
- Valorar la situación ambiental del área de ejecución del proyecto, dando lugar a toma de decisiones tempranas con respecto a la determinación de las áreas a intervenir.
- Las intervenciones en áreas sensibles ambientalmente tales como ciénagas, paleocauces, manglares, etc., estarán determinadas por los lineamientos y restricciones que establezcan los instrumentos de ordenación ambiental y ordenamiento territorial. Así mismo, serán puestas previamente en conocimiento a la autoridad ambiental competente, quien definiera el monitoreo ambiental detallado y precisará las condiciones y restricciones que considere pertinentes.
- Elaborar el plan de ocupación que prevea la instalación de campamentos base y volantes (fijo o temporal); en éste, se determinan la distribución del área, la ubicación de los elementos del campamento y las necesidades de espacio, teniendo en cuenta consideraciones ambientales.
- Considerar el uso de productos biodegradables en desarrollo de las labores del proyecto, incluidos los lubricantes.
- No demandar productos vegetales ni animales obtenidos directamente del bosque, ni alentar actividades que realicen las comunidades que afecten negativamente las condiciones del bosque o la fauna del entorno del proyecto.
- Es recomendable predefinir las coordenadas del polígono de área de actividades del proyecto, con el fin de elevar consultas a entidades como Agencia Nacional de Tierras – ANT y las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR que son competentes en la jurisdicción del proyecto, alcaldías municipales, Ministerio del Interior (Procedencia de la consulta previa para comunidades étnicas o existencia de territorios colectivos, Decreto MinInterior 2613 de 2013), Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas, URT, entre otras consideradas de interés en el área de desarrollo del proyecto. El enlace de la información proveniente de dichas entidades permitirá un conocimiento pleno de las condiciones de tenencia de la tierra en el área del proyecto.
- Todas las operaciones se llevarán a cabo de conformidad con la política de HSE de la operadora, las mejores prácticas de la industria y los requisitos legislativos y reglamentarios del Gobierno.
- Se recomienda establecer una zonificación para el área de adquisición sísmica terrestre con el fin de establecer claramente las zonas de: exclusión, de intervención con restricciones y de intervención.
- En las áreas boscosas se debe priorizar el desarrollo de los programas basados en transporte fluvial y aéreo, sobre las alternativas de transporte terrestre.
- Se recomienda realizar un inventario georreferenciado con la información disponible de los siguientes elementos socio-ambientales, con el propósito de planificar adecuadamente el proyecto:

- a) Humedales, morichales y madre viejas, ciénagas, aljibes, jagüeyes, pozos de agua, esteros, lagunas, nacederos, cananguchales o morichales, entre otros cuerpos hídricos.
  - b) Información secundaria de la hidrogeología del área de adquisición sísmica, donde se identifiquen y delimiten las zonas de recarga de los acuíferos y la profundidad de los acuíferos someros en dicha área.
  - c) Vías, carreteras, tanques de agua, acueductos municipales y veredales junto con su infraestructura asociada.
  - d) Oleoductos, gasoductos, tanques de almacenamiento de hidrocarburos y torres de alta tensión.
  - e) Residencias, viviendas de adobe, de madera, de bahareque, de mampostería y de estructuras en concreto.
  - f) Estanques piscícolas y bocatomas con estructuras en concreto.
  - g) Zonas erosionadas e inestables.
- Identificar los peligros potenciales de incendio generado por las actividades propias del proyecto y adoptar las medidas de prevención y mitigación necesarias, especialmente en condiciones de verano intenso en el área.
  - El operador debe garantizar la fuente de agua para el programa sísmico (para uso del personal y logística) mediante el trámite de concesión de agua superficial o concesión de agua subterránea ante la autoridad ambiental, compra en bloque u otra alternativa, que evite potenciales conflictos por el uso del recurso hídrico con las comunidades. Así mismo debe implementar estrategias de reutilización del recurso, aprovechamiento de aguas lluvias y otras alternativas que permitan disminuir la demanda directa del recurso.

## 4. RECOMENDACIONES ESPECIALES

Previo al inicio de las actividades del proyecto, realizar socialización del programa sísmico con las autoridades locales y la comunidad de las áreas intervenidas. Así mismo, en desarrollo de las labores preoperativas asegurar de tener acordado previamente con los propietarios de los predios, los permisos de paso y la utilización de servidumbres (en caso de requerirse).

Antes del inicio de la operación se deben realizar las actas viales con la autoridad administrativa competente local, representantes de la comunidad y/o propietarios según el tipo de vía, identificando inventario y estado actual de la infraestructura (elaborar registro filmico y fotográfico).

Previo al inicio de operaciones se debe realizar la reunión de seguridad, salud y ambiente que involucre los técnicos, supervisores y personal de campo. Se debe programar una reunión con el personal de campo y supervisores del equipo de trabajo del proyecto, para familiarizarlos con las medidas de manejo ambiental del proyecto y regulaciones particulares, antes del inicio de las operaciones. Cada persona involucrada en el proyecto necesita comprender sus obligaciones y responsabilidades en materia ambiental de seguridad y de salud en esta fase del proyecto.

Es esencial establecer y comunicar claramente las responsabilidades para la ejecución del plan de gestión ambiental a los interesados y el equipo ambiental habilitado para el proyecto. Dentro de los aspectos a comunicar están:

- Proporcionar información sobre permisos ambientales y los alcances de las MMA, para que en conjunto con el personal y área ambiental del proyecto puedan definir un plan operativo que minimice el impacto ambiental.

- Supervisar la operación y garantizar el cumplimiento del sistema de gestión de HSE y las normas ambientales, de seguridad y salud vigentes. Identificar debidamente al personal de la gestión ambiental para que sean un referente para revisar, consultar y actualizar la información correspondiente, según sea necesario.
- Supervisar las operaciones de campo para asegurar que el personal de campo y los subcontratistas estén familiarizados con los procedimientos establecidos para minimizar el daño ambiental.
- Asegurar de que todos los daños se notifiquen inmediatamente a los gerentes del proyecto y se tomen las medidas correctivas apropiadas.
- Discutir los problemas ambientales y los procedimientos de presentación de informes con los supervisores y gerentes de los equipos, el personal superior y los subcontratistas.
- Establecer distancias mínimas de aproximación y protocolos definidos para áreas ambientalmente sensibles (como cuerpos de agua, lagunas, manglares, cananguchales, áreas de reproducción o anidación, etc.) antes de que comience la apertura de la línea. (Asegurar que estén identificados y sean respetados durante la labor).
- Describir el plan de emergencia y contingencia, incluidas las responsabilidades funcionales del personal.
- Establecer el programa de capacitación y sensibilización ambiental al equipo de trabajo.
- La interventoría ambiental tiene la función de asesorar el proceso inicial de gestión y de supervisar los aspectos relacionados con el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental que así lo requieran.

## 5. RESPONSABILIDAD:

Compañía operadora y contratistas.

**Figura 6.1. Actividades a desarrollar fase pre-operativa**



## 6.3. MOVILIZACIÓN Y TRANSPORTE

### 1. OBJETIVOS

Aportar elementos para seleccionar los medios de transporte para el desarrollo del proyecto, acorde con las características del área del proyecto y teniendo en cuenta consideraciones ambientales.

### 2. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- - Incremento niveles de ruido
- - Incremento de emisiones de material particulado
- - Afectaciones por sabaneamiento o afectación de la cobertura vegetal en los sitios de intervención
- - Compactación del suelo y afectación a coberturas vegetales
- - Afectación de cuerpos de agua superficial
- - Procesos erosivos en riberas y áreas sensibles
- - Daños a la infraestructura vial existente en el área del proyecto por el tránsito constante sobre las vías

### 3. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

En la fase preoperativa, al momento de definir los aspectos operativos del proyecto.

En la fase operativa, en el desarrollo de las actividades diarias.

En la fase post operativa, en las labores de desmovilización y abandono.

### 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Las alternativas de transporte en el desarrollo de las labores de campo en el proyecto deben ser previstas con antelación por la operadora y sus contratistas, con el fin de realizar las valoraciones que permitan seleccionar las alternativas más convenientes y de menor impacto en el entorno. Realizar scouting de las áreas con el equipo heterogéneo de profesionales, que aporten diversos puntos de vista al desarrollo del programa.
- Se recomienda realizar una reunión previa al desarrollo de las labores de movilización con el personal involucrado en el mismo, con el fin de precisar los aspectos ambientales y sociales a gestionar en desarrollo de las actividades. Precisar horarios de desplazamiento, control de emisiones fugitivas por labores de transporte, manejo de contingencias, gestión de instalaciones de apoyo, restricciones y áreas sensibles ambiental y socialmente en las labores de movilización, etc.
- Los tipos de equipos desplegados dependerán de las condiciones del terreno y su idoneidad. Los equipos, a su vez, pueden determinar las condiciones operativas requeridas para el desarrollo del proyecto.
- Adoptar las medidas necesarias para asegurar una óptima condición mecánica de los vehículos y equipos a utilizar en el proyecto, procurando que tengan la mejor tecnología de combustión disponible y el menor uso posible.

- Usar combustibles con bajo contenido de azufre si están disponibles para los vehículos y equipos del proyecto o incentivar utilización de vehículos híbridos o eléctricos.
- Prever medidas de mitigación por la generación de material particulado (polvo) en desarrollo de las labores de movilización requeridas para el proyecto. Se sugiere realizar la coordinación necesaria con la autoridad de tránsito local para habilitar señalización de límites de velocidad, realizar campañas de seguridad vial u otras medidas de mitigación, en los sitios en donde se pueda ver afectada la población por el tránsito frecuente de los vehículos del proyecto.
- Se recomienda insistentemente imponer límites de velocidad restrictivos a los vehículos utilizados en las labores, por razones de seguridad y ambientales (considerar habilitar sistemas de seguimiento y monitoreo satelital). Se recomienda habilitar reductores de velocidad temporales en sitios de tránsito vehicular por presencia de escuelas, centros poblados o tramos considerados sensibles, previa acuerdo con la autoridad vial competente, cuando aplique.
- Tener cuidado con la vida silvestre del área, se recomienda planificar las operaciones de transporte o movilización con cuidado para minimizar posibles daños y molestias. Orientar al personal del proyecto para no hacer ruidos innecesarios cerca de los semovientes, colonias de aves u otra vida silvestre.
- Habilitar los vehículos utilizados en la operación con recipientes para recolección de residuos y ubicarlas de tal manera que estén disponibles para los trabajadores. Durante el traslado las bolsas de basura deben guardarse de manera segura dentro de vehículos, botes, etc.
- Los vehículos de campo, camiones y cualquier otra maquinaria deben apagarse cuando no estén en uso, revisar alternativas para asegurar ahorro de combustibles en labores operativas.

### Alternativas para la movilización y el desplazamiento

A continuación, se relacionan algunas de las alternativas que se pueden considerar para realizar los desplazamientos requeridos:

- Las canoas y lanchas se pueden operar en la mayoría de los ciénagas y áreas inundadas. Las operaciones de canoas y lanchas cuidadosamente planificadas tienen un impacto mínimo en el ambiente y proporcionan un transporte eficiente para el personal, el equipo y los taladros livianos.
- En general, la selección de alternativas de transporte que se consideren para áreas de madrevejas, lagunas, ciénagas, áreas bajas, inundables o de importancia ambiental, debe considerar los efectos ambientales en el entorno evitando que se presenten fenómenos erosivos, afectación por ruido, cambios en la calidad del agua y afectación de la fauna del área.
- Las canoas, botes, lanchas y barcasas son útiles para transportar equipos y personal a lo largo de los canales, ríos y otras vías fluviales. Se debe revisar si procede designar áreas con restricciones de atraque para proteger las riberas y cauces de los ríos.
- Los helicópteros pueden usarse para transportar equipos a ubicaciones de campo, evitando así el transporte de equipos pesados por vías terrestres.
- Se pueden usar camiones todo terreno, vehículos todo terreno, en áreas con buenas vías de acceso, en tierras de cultivo, praderas, sabanas y caminos veredales para transportar personal y equipo, cuando las condiciones sean favorables. Siempre se verifica las vías utilizadas por el proyecto se dejen en iguales o mejores condiciones de tránsito a las previas.
- En áreas de difícil acceso o de alta sensibilidad ambiental se puede considerar el uso de semovientes (caballos, mulas burros o bueyes) para el transporte de equipos y personal, asegurando que no se genere maltrato o afectaciones a su salud. Adicionalmente, esto puede resultar beneficioso para la comunidad local que puede proveer el servicio.
- Cuando se considere factible y práctico, para habilitar accesos se puede utilizar equipo manual como machetes, picas y palas, con lo cual se puede minimizar el impacto ambiental.

- Minimizar el sabaneo o transporte de personal y equipos por lugares diferentes a las vías del proyecto, desarrollando la planeación requerida y realizando controles operativos.
- Al valorar alternativas de transporte en áreas de pantano o manglar se requiere tener en cuenta: el tipo de vehículo (botes de aire, helicópteros, botes pequeños, vehículos de baja presión sobre el suelo y otros equipos especializados), la presión sobre el suelo y los efectos a largo plazo en el ecosistema.
- Al desarrollar actividades en áreas de zonas inundables o áreas sensibles ambientalmente, se requiere tener en cuenta las siguientes recomendaciones operativas:
  - Minimizar el número de vehículos en las operaciones. Limite los viajes a operaciones esenciales, prohíba los viajes de paseo.
  - Utilizar el transporte aéreo o acuático, siempre que sea posible.
  - Intente evitar prácticas que puedan causar canalización (huellas de tránsito). Use canales en operación donde sea práctico.
  - Minimizar uso de vehículos de ruedas delgadas, usar llantas de huella ancha (menor presión al terreno).
  - Prohibir el realizar el mantenimiento de vehículos en los frentes de trabajo del proyecto.
  - Tener en cuenta que los aerodeslizadores dejan una huella temporal en la vegetación y el suelo, y operan a un nivel de ruido que puede desplazar temporalmente a la fauna.
  - Los botes pequeños y canoas deben procurar el uso de motores pequeños que generen menor ruido, definir velocidades bajas de desplazamiento y en áreas sensibles se debe procurar el uso de movilización manual (canaletes y varas).

### Control de fugas y riesgo de incendio

En desarrollo de las labores de movilización se requiere considerar las siguientes medidas:

- Diligenciar un formato de control preoperacional que incluya la detección de fugas o derrames por cada vehículo, lanchas o helicóptero como parte de un plan de inspección diario y realice las reparaciones requeridas de manera prioritaria.
- Verificar periódicamente si hay fugas debajo y alrededor de los motores, tanques de combustible y sistemas hidráulicos.
- Asegurar que cada uno de los vehículos tengan abordo un kit ambiental para la atención de contingencias operativas.
- Evitar derrames que generen riesgos que afecten el recurso hídrico durante el abastecimiento y manejo de combustibles.
- Colocar una lona o una bandeja de goteo debajo del área de carga cuando se realice el abastecimiento de combustible a los vehículos.
- Dotar de equipos de extinción de incendios a los vehículos, botes y aeronaves, especialmente mientras operan en áreas secas.
- Tener especial cuidado con los convertidores catalíticos, ya que funcionan a altas temperaturas. Usar vehículos con silenciadores antichispas en áreas secas.
- Mantener estricta prohibición de fumar a los trabajadores en desarrollo de las labores operativas
- Ubicar equipo adecuado para combatir incendios en áreas de fácil acceso, alrededor de la zona de aterrizaje de los helicópteros.

### Control de la erosión

- Movilizarse por carreteras o accesos pre-existentes siempre que sea práctico y procurar minimizar los viajes mediante una correcta planificación diaria.

- Aplicar una política de “no sabaneo” en desarrollo de las actividades del proyecto. Realizar desplazamiento únicamente por las zonas concertados con permisos inmobiliarios, llámense líneas sísmicas, áreas operativas o desvíos autorizados y señalizados previamente. Esto aplica especialmente en casos donde prima la seguridad de los trabajados en zonas de difícil acceso.
- Usar áreas de paso preestablecidas en lugar de adelantar nuevos despejes de vegetación.
- Limitar la velocidad de los vehículos para evitar daños a la capa de rodadura y levantar polvo.
- Evitar conducir vehículos por fuera de las vías establecidas después de fuertes lluvias, ya que los vehículos pueden dejar surcos en el suelo.
- En algunas áreas, las condiciones del suelo pueden requerir que a los vehículos se le habiliten llantas anchas y baja presión de inflado para evitar incrementar la compactación en el suelo.
- En la movilización acuática, se requiere mantener velocidades lentas para disminuir la erosión de la ribera al minimizar la estela generada.
- En desarrollo de labores de transporte aéreo, se deben adoptar medidas de mitigación por la generación de polvo por el rotor del helicóptero, bajo condiciones polvorientas.

## 5. RESPONSABILIDAD

### Compañía operadora y contratistas.

El equipo de logísticas y HSE de la operadora tienen la función de asesorar la selección de las alternativas de transporte y, la interventoría, de supervisar los aspectos relacionados con el cumplimiento de lo definido para el proyecto.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.4. PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA

SIS-6-040

### 1. OBJETIVO

Identificar y reportar el patrimonio arqueológico que pudiera encontrarse en las áreas del programa de adquisición sísmico.

Realizar la debida difusión y divulgación de la importancia y preservación del patrimonio arqueológico entre la comunidad del área de intervención y el personal de la sísmica.

### 2. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

Afectación del patrimonio arqueológico.

Generación de conflictos culturales y sociales.

### 3. ETAPAS DEL PROGRAMA

Preoperativa, planeación del proyecto y habilitación de campamentos. Operativa, en las actividades diarias de perforación.

## 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Conforme a la normativa aplicable relacionada con el patrimonio arqueológico y los bienes de interés cultural y religioso de la nación ubicados en el área del proyecto, es responsabilidad de la operadora y sus contratistas no afectar y, en los casos requeridos, identificar y reportar los hallazgos respectivos. Durante la planificación del proyecto, se evaluarán los riesgos e impactos cuando las operaciones se pueden llevar a cabo en sitios de interés arqueológico o cercanos a estos, y se recomienda formular un Plan de Arqueología Preventiva de acuerdo con los lineamientos de la Resolución 1337 del 2021.

Los monumentos religiosos (que predominan en las vías del país), las esculturas, obras de arte, monumentos históricos, bienes de interés cultural y las áreas de interés arqueológico identificadas y certificadas por el ICANH, deben ser identificadas y tratadas como objeto de protección por parte del contratista y de la operadora, cuando sea necesario, por las actividades desarrolladas por el proyecto y, cuando estas se realicen cerca a dichos puntos, deben ser monitoreadas de cerca y hacer el levantamiento de las actas de vecindad y asegurar los retiros necesarios. Se sugiere para casos en que se desarrollen actividades cerca de monumentos nacionales y bienes de interés cultural del orden nacional, informar con la debida antelación al Ministerio de Cultura del desarrollo de las labores y precisar las medidas que se tomarán para evitar alguna afectación.

Previamente al inicio de la fase operativa y cuando aplique, se requiere que, dentro de las jornadas de inducción y capacitación, se realicen charlas y talleres al personal (interventorías/personal de seguimiento de la operadora y contratistas) sobre preservación del patrimonio arqueológico, en las cuales se aborden temas como:

- Legislación sobre Patrimonio Arqueológico de la Nación (Decreto Presidencial 833 de 2002, Ley 1185 de 2008, Decreto MinCultura 1080 de 2015 y Decreto MinCultura 138 de 2019 y Resolución 1337 del 2021).
- Conservación del patrimonio arqueológico y caracterización general de la arqueología de la zona.
- Antecedentes y tipos de evidencia arqueológica susceptible de ser encontrada.
- Las medidas que se deben adoptar en caso de que se presente algún hallazgo.
- Prohibiciones y sanciones respecto al saqueo y/o comercialización de bienes arqueológicos por parte del personal vinculado al programa o por particulares.
- De esta actividad se deben generar actas de asistencia a talleres de inducción y/o capacitación

En el marco de los programas de socialización a la comunidad del área del proyecto, incorporar la temática de patrimonio arqueológico y divulgar procedimientos establecidos en caso de hallazgos.

Acorde con los resultados de la caracterización del área y cuando se prevea desarrollo de actividades en áreas con indicios de alto potencial de hallazgos arqueológicos, se recomienda contar para el proyecto con el acompañamiento permanente de un profesional antropólogo o arqueólogo con un mínimo de dos años (2) de experiencia, acreditado con el Registro Nacional de Arqueología, quien deberá verificar y hacer el seguimiento a la presencia de patrimonio arqueológico durante la realización de las siguientes actividades:

- Adecuación de campamentos (descapote, construcción de canales perimetrales, excavaciones)
- Helipuertos: para la adecuación de estas plataformas de aterrizaje, se realizan descapotes que no superan los 10 a 20 cm de profundidad para adecuar placas de concreto.
- Durante la perforación de pozos (para fuentes impulsivas químicas, comúnmente sismigel) en áreas del proyecto identificadas con alto potencial arqueológico.

Cuando en desarrollo del proyecto se verifique la presencia de materiales o contextos arqueológicos, se debe reportar al área social y ambiental del proyecto y al ICANH, e implementar el “Protocolo de Manejo de Hallazgos Fortuito del Patrimonio Arqueológico” que haya definido este instituto. Se recomienda consultar página web: <https://www.icanh.gov.co>.

El protocolo de hallazgo fortuito debe considerar como mínimo:

- Detener las actividades del proyecto que se está realizando en el área.
- Demarcar y acordonar la zona para evitar un impacto mayor en el contexto arqueológico alterado. Evitar acceso de personal ajeno al proyecto.
- No realizar excavaciones por cuenta propia o extraer los materiales arqueológicos.
- Dar aviso inmediato al arqueólogo o al encargado del proyecto y operadora, quienes implementarán las acciones necesarias para evitar la afectación del patrimonio arqueológico y deberán adelantarse los trámites para reportar el hallazgo al ICANH.
- Informar a la Policía Nacional y a la autoridad pública del área y coordinar su presencia.
- Adoptar las medidas requeridas para evitar saqueos.

Adicionalmente, si durante las operaciones geofísicas se verifica que en el área hay identificados vestigios de culturas pasadas o sitios sagrados, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Los sitios arqueológicos no deben ser alterados y las actividades en dichos sitios debe ser suspendido inmediatamente se tengan indicios de afectación. Se debe informar a la autoridad nacional que es el ICAHN para que tome las medidas que considere necesarias.
- Es posible que sea necesario ajustar las actividades para evitar que un sitio de importancia arqueológica conocido, pueda verse afectado.
- Durante la planificación del proyecto, se evaluarán los riesgos e impactos que se puedan generar sobre los sitios de importancia arqueológica, para que durante las operaciones no se vean afectados. Debe asegurarse el cumplimiento de la normatividad expedida por el ICAHN o el Ministerio de Cultura relacionados con sitios de importancia arqueológica o antropológica en el país.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas del programa

Versión 2 Octubre 2024	<h1>6.5. INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE CAMPAMENTOS</h1>	SIS-6-050
---------------------------	--	-----------



## Definición de la localización

### 1. OBJETIVO

Determinar criterios para seleccionar la mejor alternativa ambiental de localización para los campamentos, teniendo en cuenta para ello que se concilien los siguientes lineamientos:

- Los objetivos y requerimientos del proyecto.
- Las restricciones legales a la ocupación del espacio (criterios de uso del suelo).

- En lo posible, que cuente con vías de acceso existentes entre campamentos y espacio suficiente para la adecuación de instalaciones.

## 2. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Incremento de niveles de ruido.
- Incremento de concentración de material particulado en el aire.
- Afectación de la cobertura vegetal en los sitios de intervención.
- Afectación dinámica del drenaje de aguas.
- Contaminación del suelo.

## 3. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- En la fase preoperativa y operativa, cuando se trata del campamento base.
- En la fase operativa, si la localización se está definiendo para campamento volante (fijo o temporal).

## 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Reconocer el área para precisar la ubicación de campamentos y la logística de ejecución previstos en el documento ambiental o en el diseño del programa sísmico.
- Verificar y evaluar los sitios seleccionados para localización de campamentos, teniendo en cuenta los criterios o los listados en el numeral 6.
- Replantear la logística del proyecto en función de la localización de los campamentos y el número (mínimo) requerido, según el reconocimiento de campo.
- Revisar los requerimientos del área requerida a despejar en procura de disminuir el área intervenida, siempre asegurándose de atender los requerimientos operativos del proyecto.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

## 6. CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN

El campamento base se ubicará, en la medida de lo posible, en centros poblados o áreas intervenidas (p.ej.: fincas de la región o casalotes), adelantando la utilización y adecuación de infraestructura existente y realizando los acondicionamientos físicos requeridos. Cuando se trate de campamentos volantes o la localización de un campamento base en zonas diferentes a las mencionadas, se aplicarán los criterios definidos a continuación:

- Utilizar áreas planas u otras que requieran la menor intervención o adecuación.
- Aunque las instalaciones se realizan en áreas rurales es necesario tener claridad del análisis histórico de eventos y emergencias en la zona, y zonificaciones de riesgo para el área. Por

ejemplo, sin son áreas sensibles a movimientos en masa, inundaciones o avenidas torrenciales.

- Procurar ubicarlo en áreas de suelos con bajo potencial de uso agrícola.
- Habilitar el área mínima necesaria para albergar el campamento y sus instalaciones conexas respetando las normas ambientales y de seguridad que apliquen.
- Se evitará ubicar campamentos en áreas de exclusión definidas en el documento de Medidas Ambientales de Manejo o en áreas restringidas por la autoridad o la normatividad ambiental.
- La distancia de retiro para ubicar el campamento base respecto de un cuerpo de agua superficial será mínimo de 50 m, o la que se haya determinado en caso de estar acotada la ronda hidráulica y la zona de manejo y protección ambiental por parte de la autoridad ambiental.
- El orden de preferencia para seleccionar la localización será:
  - Áreas con infraestructura existente habilitada (bodegas, fincas, casalotes, etc).
  - Áreas intervenidas desprovistas de vegetación arbórea.
  - Estados sucesionales de la cobertura vegetal incipientes.
  - Bosque abierto (tramitar el permiso de aprovechamiento forestal).
  - Bosque denso (tramitar el permiso de aprovechamiento forestal).
- Ubicación de los campamentos de tal manera que no obstruyan la red natural de drenaje del área donde se construyen.
- Criterios de selección del área (mínima cantidad de capa vegetal a remover, mínimo requerimiento de explanación, respetar distancias mínimas a cuerpos de agua).
- En áreas boscosas se debe procurar su instalación en zonas cercanas a ríos y cuerpos de agua que faciliten el acceso fluvial como opción altamente recomendada; debe asegurarse el respeto de las franjas de ronda hídrica y manejo ambiental del cuerpo de agua.
- En áreas boscosas se recomienda ubicar el campamento en claros naturales o áreas intervenidas previamente por actividades de la industria u otro tipo de actividad.
- En áreas de fuertes lluvias, dispersar la escorrentía del campamento para evitar o reducir la erosión.
- Ubicar los campamentos lo suficientemente lejos de la línea de árboles para evitar riesgos de incendios forestales.



## Adecuación del sitio

### 1. OBJETIVOS

Prevenir y minimizar impactos ambientales durante la adecuación del sitio para instalar el campamento para reducir así las necesidades de restauración del área ocupada.

### 2. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Generación de ruido
- Incremento de concentración de material particulado

- Activación de procesos erosivos
- Afectación de la calidad del agua
- Pérdida y deterioro de la cobertura vegetal y de la fauna asociada

### 3. CRITERIOS AMBIENTALES

Para adelantar actividades de despeje y descapote en áreas boscosas, se debe contar con los permisos pertinentes de la autoridad ambiental competente (aprovechamiento forestal). Adicionalmente, se deben tener en cuenta los criterios relacionados en la **tabla 6-2**, para la adecuación del sitio donde se instale el campamento.

**Tabla 6.2. Criterios para ubicación de campamento**

FACTOR	CRITERIOS AMBIENTALES
3.1. Ocupación del área	La ocupación del área debe planificarse antes de proceder a su acondicionamiento, con el propósito de optimizar el uso del espacio y minimizar la intervención.
3.2. Corte selectivo de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El corte de vegetación se limitará al mínimo indispensable.</li> <li>• En lo posible se hará en forma manual; el nivel de corte será a ras de piso.</li> <li>• Se removerá vegetación autorizada previamente por la autoridad ambiental o individuos que no requieran de permiso para ser removidos (menores de 10 cm de DAP, para individuos en los que aplique este criterio, o bajo las condiciones que defina la autoridad ambiental).</li> </ul>
3.3. Disposición adecuada de cortes	Ver <b>Sección SIS-6-110 Actividades de Trocha (Pica) y Topografía</b> , de la presente guía
3.4. Manejo aguas de escorrentía	Construir canal interceptor de aguas lluvias alrededor del campamento. Incluir sedimentadores y disipadores de energía de las aguas de escorrentía, de ser requeridos.

Estos criterios no aplican cuando el campamento ocupa infraestructura disponible (viviendas o construcciones en centros poblados), en cuyo caso se acomodará a las condiciones existentes.

### 4. ACCIONES A DESARROLLAR

- Asegurar un retiro de seguridad de las facilidades del campamento respecto de área boscosa con el fin de disminuir riesgos de incendios forestales.
- En caso de que se haga remoción de vegetación y retiro de material orgánico del suelo para la habilitación del campamento o áreas operativas, este material se debe almacenar para ser utilizado en las labores de restauración del sitio.
- Asegurar que el campamento habilitado no interrumpa o restrinja los drenajes naturales del área.
- Prever áreas de parqueo de vehículos y maquinaria para el proyecto.
- La superficie de las áreas de almacenamiento, talleres y bodegas de materiales, debe recubrirse con estibas, yute o placas de concreto. Para el área de parqueaderos, considerar el uso de recebo o material pétreo.

- En caso de requerirse agregados pétreos para la adecuación de los campamentos, estos deben adquirirse en canteras que cuenten con título minero y licencia ambiental vigente.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas



## Instalación campamento

### 1. OBJETIVOS

Prevenir y minimizar impactos ambientales durante la instalación de los campamentos, evitando la utilización indebida de los recursos.

### 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Fase preoperativa y operativa, cuando se trate del campamento base.
- Fase operativa si se aplica a un campamento volante (fijo o temporal).

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Demanda de recursos naturales
- Alteración de las propiedades físicas y químicas de aguas superficiales.
- Alteración de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Generación de ruido y emisiones de material particulado.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

- En la medida de lo posible, la capa vegetal del área sobre la cual se instalará el campamento no será removida y, si se requiere nivelar, se almacenará para la restauración posterior del sitio explanado.
- Preferir habilitar campamentos prefabricados en estructura metálica (shelters) y carpas, las cuales puedan ser reutilizadas y son de fácil movilización.
- Hacer el mínimo uso posible de madera como material de construcción. En caso de requerirse su utilización se verificará contar con el respectivo permiso de aprovechamiento forestal y salvo-

conducto de movilización por parte de la autoridad ambiental de jurisdicción o el registro del ICA, junto con la remisión de movilización.

- Adecuar un sitio techado y aislado del suelo para almacenamiento temporal de residuos sólidos, peligrosos y líquidos industriales, debe estar separado y señalizado por tipo de residuos.
- Habilitar un sitio con dique de contención para almacenamiento de combustibles y residuos.
- Habilitar un área para almacenamiento de material de excavación sobrante (ZODME) en caso de ser requerido y adoptar medidas para evitar aportes de material en las aguas lluvias, en los casos que aplique.
- En periodo de invierno, se requiere habilitar un sistema de soporte superficial en las áreas de alto tráfico peatonal al interior del campamento base y volantes, con el fin de disminuir la generación lodo y aporte de sólidos en las aguas de escorrentía.
- Proveer los campamentos con señalización informativa y de tipo ambiental que contenga información sobre los puntos de captación autorizados (precisar caudal, coordenadas y actos administrativo), sitios de tratamiento de residuos orgánicos, de tratamiento de aguas residuales, sitios de almacenamiento de sustancias químicas, pancarta de prohibición de caza, de captura de especies faunísticas y de pesca, definición de senderos peatonales, límites de velocidad autorizados en vías, prevención de atropello de especies faunísticas y mensajes de respeto y protección del ambiente.
- Prever la aplicación de estrategias para la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición-RCD conforme está previsto en las Resoluciones 0472 del 2017 y 1257 del 2021, expedidas por el Minambiente.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas del programa



### Dotación infraestructura

#### 1. OBJETIVOS

Garantizar que para su funcionamiento el campamento estará dotado de los servicios auxiliares de soporte.

#### 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Fase preoperativa y operativa, cuando se trate del campamento base.
- Fase operativa si se aplica a un campamento volante (fijo o temporal).

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Contaminación del suelo.
- Generación de ruido y dispersión de material particulado.
- Deterioro de la calidad estética del área (paisaje).
- Afectación por olores ofensivos.
- Contaminación de aguas de escorrentía.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Se debe dotar al campamento de la logística requerida para albergar el personal y desarrollar las labores operativas requeridas por el proyecto. En la tabla 6-3 se relacionan algunos lineamientos para asegurar que en el campamento se prevé la gestión de la totalidad de los aspectos ambientales que son requeridos:

**Tabla 6.3. Lineamientos para habilitar un campamento**

FACTOR	CRITERIOS AMBIENTALES
4.1. Gestión ambiental de los residuos	<p>Aplicar Sección SIS-6-060 - Gestión Ambiental de Residuos, de la presente guía.</p> <p>Asegurar la aplicación de estrategias para disminuir la generación de residuos mediante la restricción a utilizar elementos de un solo uso, y disminuir el uso de plástico, en las actividades de apoyo y logística a las labores en campo. Tener en cuenta las regulaciones como la Ley 2232 del 2022, la Resolución 2184 del 2019 y la Resolución 083 del 2024 del MinAmbiente o las que las modifique o sustituya, que refieren al uso racional de bolsas plásticas, evitar el uso de materiales de difícil degradación y promover medidas en las actividades diarias para disminuir la demanda de materiales o generación de residuos, dentro de los lineamientos de economía circular y de la política de producción y consumo sostenible.</p> <p>Residuos de Construcción y Demolición - RCD, para las categorías de Peligrosos y No Peligrosos según su condición. Sacos y Arena (Utilizados en el magazzino), material triturado, madera, concreto, entre otras.</p>
4.2. Gestión ambiental de los residuos líquidos	<p>Aplicar Sección SIS-6-070 – Gestión de Aguas Residuales y Residuos Líquidos, de la presente guía.</p>
4.3. Almacenamiento de combustibles o sustancias químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar cualquier hierba, brozas y otro material inflamable en los alrededores donde se ubiquen los generadores y área de suministro de combustible. (Se recomienda habilitar una franja de retiro de 15 m, de otras facilidades del campamento).</li> </ul> <p>Aplicar Sección SIS-6-070 – Gestión de Aguas Residuales y Residuos Líquidos, de la presente guía.</p>
4.4. Dispersión de material particulado	<p>Vías destapadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar medidas para el control del polvo en los tramos de vías en donde se pueda ver afectada la población por el tránsito frecuente de los vehículos del proyecto (límites de velocidad, tratamientos superficiales, etc).</li> <li>• Adoptar medidas para disminuir la velocidad de los vehículos (p.e. reductores de velocidad temporales, señalización, etc) en sitios de sensibles socialmente (escuelas, centros poblados u otros sitios). Esta medida se debe concertar y avalar con la autoridad de tránsito local.</li> </ul>

FACTOR	CRITERIOS AMBIENTALES
4.5. Sedimentación de aguas de escorrentía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar las medidas de manejo de aguas de escorrentías (cunetas perimetrales, trampas de sedimentos, entre otras), con el fin de disminuir aporte de sedimentos en las aguas de escorrentía cuando sea requerido.</li> <li>• Realizar inspección y mantenimiento de las obras de geotecnia y revegetalización.</li> </ul>
4.6. Alteración de la calidad del agua y del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un plan de ahorro y consumo sostenible del agua, el cual debe prever medidas tanto para la operación de los campamentos como para las actividades en campo de exploración sísmica.</li> <li>• Se debe respetar la distancia permitida a rondas de cuerpos de agua.</li> <li>• Dotar cada vehículo, equipo, generador de energía, maquinaria pesada y cada campamento con un kit ambiental para control de derrames.</li> <li>• Proveer cada equipo estacionario o área de almacenamiento de equipos, combustible o lubricantes del proyecto, de un dique para control de derrames que cuente con una válvula de alivio para su limpieza periódica.</li> <li>• En zonas boscosas, los senderos cerca de los campamentos pueden restringirse a los corredores de desplazamiento marcados con banderas y cintas, para evitar múltiples rutas que resulten en la compactación del suelo o activar procesos erosivos.</li> </ul>
4.7. Manejo de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que los generadores de energía que se habiliten en el campamento sean de última tecnología, se le habilite mofle (silenciador) y cuenten con sistemas de insonorización y aislamientos, que permita la disminución de impacto por ruido en el entorno.</li> <li>• Sensibilizar al personal del proyecto sobre el manejo del ruido y establecer, en lo posible, horarios de tránsito vehicular y labores operativas que procuren no afectar la dinámica regional.</li> <li>• Valorar alternativas de suministro de energía por fuentes no convencionales (fotovoltaicas, eólica, etc) en los campamentos, que procure menor impacto por emisiones y ruido.</li> </ul>
4.8. Proliferación de vectores y malos olores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con sitios adecuados (techados, con dique y contenedores con tapas) para almacenamiento temporal de residuos en campamentos.</li> <li>• Establecer una periodicidad para recolección de residuos sólidos que asegure que no se generen olores y focos de proliferación de vectores.</li> <li>• Divulgar y capacitar al personal del proyecto en el manejo del código de colores establecido para la segregación de residuos.</li> <li>• Programar jornadas periódicas de fumigación en las áreas de campamentos.</li> <li>• Dotar de una tapa a las cestas para recolección de residuos de baños portátiles y áreas operativas.</li> </ul>

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas del programa.

### 1. OBJETIVOS

Proveer un sistema de gestión apropiado para el manejo y la disposición de los residuos peligrosos y no peligrosos generados por el proyecto en los campamentos, trochas y demás áreas ocupadas por la actividad.

### 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

- Fase preoperativa.
- Fase operativa.
- Fase posoperativa.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Alteración de la calidad del suelo.
- Cambios en las características físicas y químicas del agua subterránea.
- Cambios en las características físicas y químicas del recurso hídrico superficial.
- Cambio en la estética característica del paisaje.
- Alteración de la calidad del aire.
- Generación de olores ofensivos.

### 4. RESIDUOS EN PROYECTOS DE EXPLORACIÓN SÍSMICA

Las siguientes **tablas 6.4** y **6.5** son listas indicativas (no exhaustiva) de los residuos tanto peligrosos como no peligrosos, que se pueden generar en un proyecto de exploración sísmica:

**Tabla 6.4. Residuos no peligrosos**

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS
Empaques, embalajes y otros	Madera, cartón, envolturas plásticas, garrafas y contenedores, material de relleno, material de embalaje de presentación de productos y sustancias no peligrosas, etc.
Chatarra	Partes y piezas de equipo, tuberías, láminas, todos los residuos metálicos, cable, canecas, etc.
Residuos domésticos	Residuos de dormitorios, lavandería, casinos; incluyen: empaques (recipientes para alimentos y bebidas, etc.), plásticos, papel, cartón, textiles, residuos de aseo, etc.
Residuos orgánicos	Sobrantes de comida o rechazos orgánicos de cocina o comedor.
Elementos de consumo frecuente en oficinas	Papel, plástico, cartón, etc.

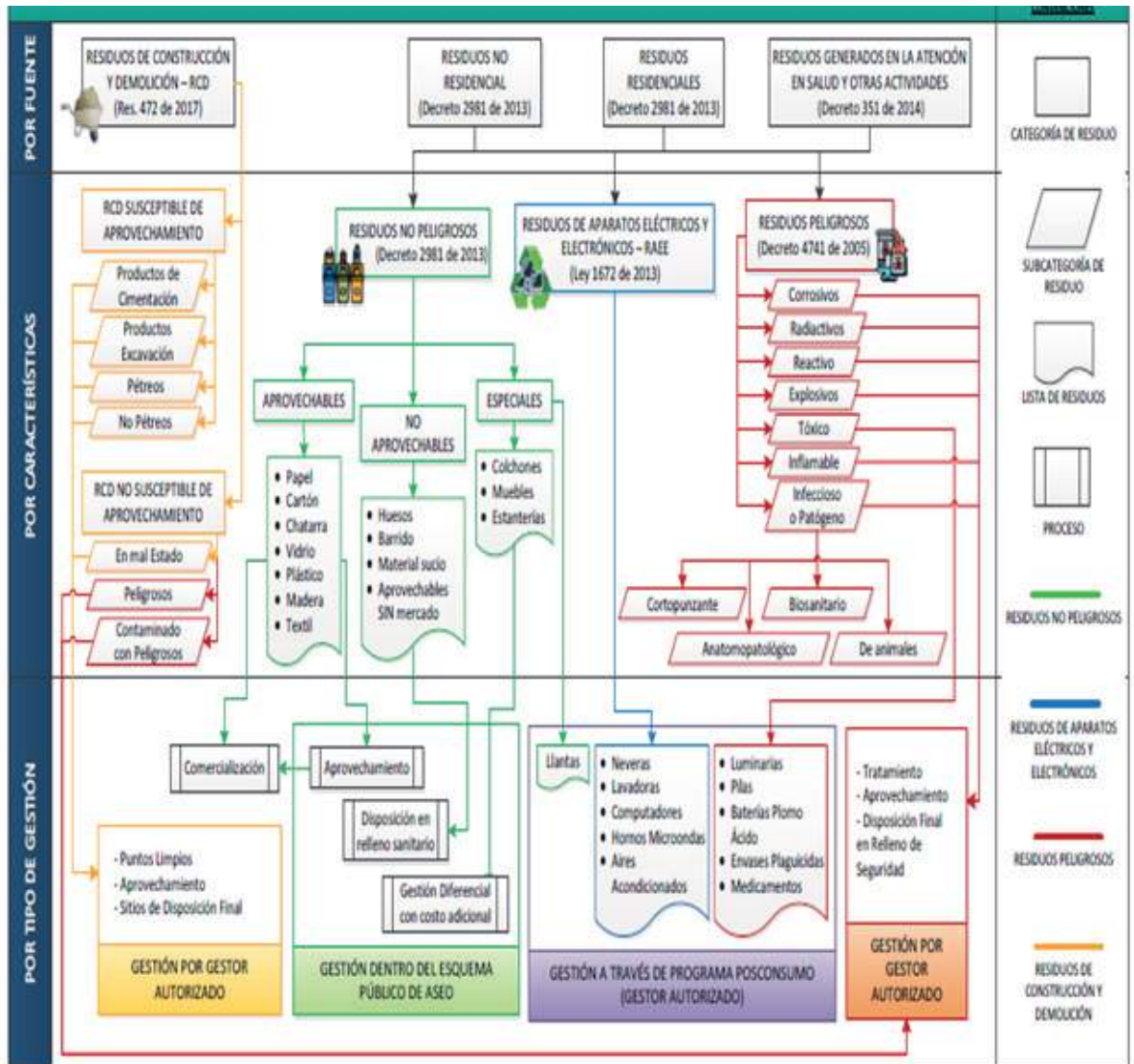
TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS
Otros residuos sólidos	Residuos sólidos y semisólido de plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.
Espuma de polietileno	Vasos y platos, materiales de embalaje.
Vidrio	Botellas, laminas, otros recipientes.
Residuos de plástico	Vasos plásticos, bolsas, botellas, vajillas plásticas, tubería, mangueras, láminas de plástico, recipientes de icopor, etc.
Residuos de construcción y demolición	Sacos y arena (utilizados en el magazín), material triturado, madera, concreto, entre otros.

**Tabla 6.5. Residuos peligrosos**

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS
Envases y empaques de productos químicos	Contenedores de productos químicos, bidones, garrafas, sacos plásticos, recipientes de presentación de los productos químicos.
Suelos contaminados	Tierra contaminada por derrames de hidrocarburos o de productos químicos utilizados en la operación.
Canecas	Contenedores metálicos o plásticos de combustibles o lubricantes.
Baterías	Utilizadas en equipos de comunicación, linternas o en aparatos electrónicos. Algunas contienen metales pesados (iones de litio, níquel-cadmio o níquel-hierro).
Filtros	De aire, combustible o aceite, utilizados en algunos equipos industriales y vehículos.
Textiles contaminados con hidrocarburos	Guantes, overoles, estopa, trapos, cuerdas y otros textiles contaminados con hidrocarburos y solventes.
Elementos de consumo en oficinas	Cartuchos para impresora, luminarias, RAEs, etc.
Hidrocarburos usados	Aceites usados, sobrante de combustibles, solventes, grasas y otros lubricantes, etc.
Residuos de pintura	Cualquier material de desecho de pintura recolectado
Químicos peligrosos	Limpiador de contacto, solventes, ácidos, WD-40, anticongelante, adhesivos, solventes para limpieza de piezas
Residuos hospitalarios	Gasas, guantes, recipientes y medicamentos vencidos, elementos médicos producto de la prestación el servicio. *Nota: El Manejo y Gestión Integral de Residuos Generados en la Atención en Salud y Otras Actividades debe registrarse por lo dispuesto en la Resolución 591 del 4 de abril de 2024.

En la **figura 6.2** se muestran las categorías de los residuos generados típicamente en actividades productivas y de servicios, clasificados por fuente, características y por tipo de gestión, con lo cual se puede tener un panorama general de los residuos y en la **figura 6.3** se precisa la jerarquía en la gestión de residuos que debe ser el criterio principal a aplicar para asegurar una gestión bajo lineamientos de sostenibilidad de los residuos del proyecto.

Figura 6.2. Categorías, nivel de segregación y alternativas sugeridas



Fuente: Minambiente, 2021.

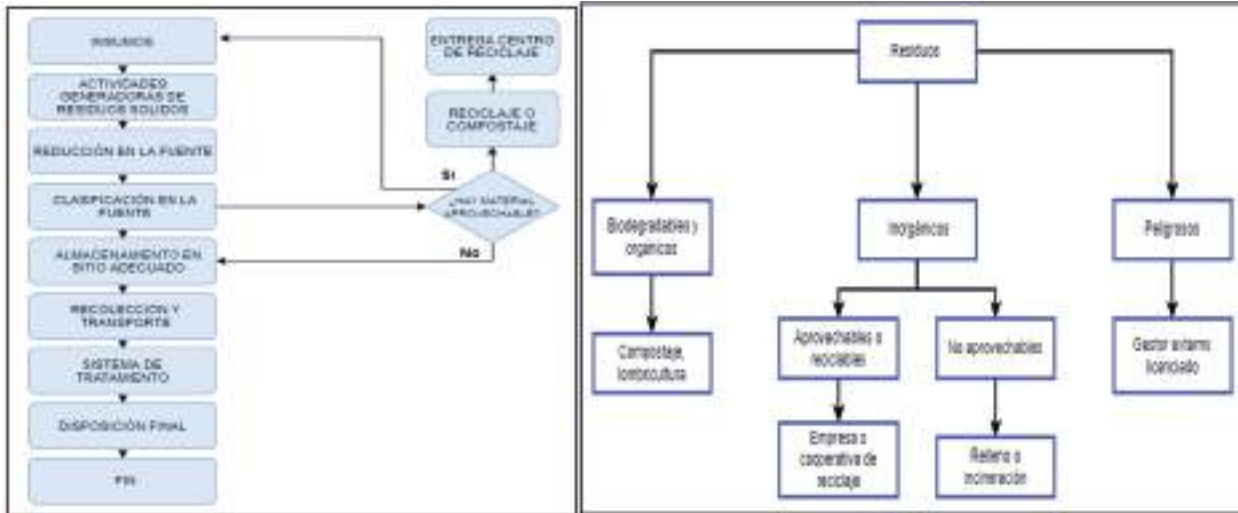
Figura 6.3. Jerarquía en la gestión de residuos



Fuente: Minambiente, 2021.

Igualmente, se debe prever el manejo de los residuos siguiendo los lineamientos establecidos en la figura 6.4, para así realizar una gestión eficiente de los generados por el proyecto y minimizar cualquier efecto ambiental negativo.

**Figura 6.4. Gestión, manejo y clasificación de residuos en proyectos de sísmica**



Maximizar los recursos y minimizar los residuos es la clave en la gestión ambiental responsable de los proyectos de exploración en el sector de hidrocarburos. La gestión de los residuos en la actividad de exploración sísmica en el sector de hidrocarburos debe definir de manera específica medidas tendientes a:

- Reducción en la generación de residuos: procurar minimizar o eliminar el volumen y la toxicidad del residuo generado.
- Asegurar recolección y segregación: habilitar las condiciones logísticas para hacer recolección eficiente y asegurar la segregación.
- Promover el reciclaje o aprovechamiento de los residuos antes de ser descartados y enviados a disposición final.
- Tratamiento: utilizar técnicas para reducir el volumen, disminuir la peligrosidad de los residuos generados mediante la neutralización de sustancias peligrosas; destruir sustancias peligrosas que no es posible confinar y contener y aislar materiales peligrosos, aplicar técnicas o alternativas para biodegradar los residuos orgánicos y peligrosos, entre otros.
- Disposición: emplear métodos aprobados y adecuados para disponer los residuos generados, verificando que se haga bajo requisitos normativos.

## 5. GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)

La gestión integral de residuos peligrosos es un conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, evaluación, control y seguimiento, incluidas las operaciones de manejo de los residuos desde su generación hasta la eliminación, en el marco del desarrollo sostenible. Se recomienda para los proyectos de adquisición sísmica formular un plan de gestión integral de residuos peligrosos que esté en línea con las políticas de la empresa y acorde con la regulación establecida. El plan prevé procedimientos escritos con respecto a la recolección, segregación, almacenamiento, transporte y disposición de los residuos peligrosos.

En forma genérica, se entiende por “residuos peligrosos” aquellos que debido a sus peligros intrínsecos (ej. corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o infeccioso) pueden causar daños o efectos indeseados a la salud o al ambiente; los residuos peligrosos se pueden encontrar en estado sólido, semisólido o ser líquidos o gases contenidos en contenedores o recipientes (ej. cilindros de gas). Para efectos de determinar si el residuo es o no peligroso se aplicarán las definiciones contenidas en el Decreto 4741 del 2005, compilado en el Decreto 1076 del 2015 de MinAmbiente.

En la **figura 6-5** se relacionan las características de peligrosidad que hacen que un residuo tenga la calidad de peligroso.

**Figura 6.5. Características de peligrosidad de los residuos**



Fuente: Minambiente.

En la gestión de los residuos peligrosos en proyectos de exploración es prioritario tener en cuenta que están involucrados diferentes actores que desempeñan roles y responsabilidades específicas; en la siguiente gráfica se precisan los actores relevantes:



Fuente: MinAmbiente, 2021.

### Prevención y minimización de residuos

- Buscar soluciones orientadas a evitar en lo posible la generación de Respel, lo cual implica la reducción gradual de sustancias peligrosas empleadas como materias primas utilizadas en la operación, así como su consumo.
- Implementar cambio de materias primas e insumos, reemplazando algunas que contienen sustancias peligrosas, por otras de menor peligrosidad o ambientalmente amigables.
- Optimizar el uso de productos químicos y procurar la reutilización de empaques o contenedores.
- Controlar adecuadamente los inventarios de productos químicos del proyecto.
- Gestionar los residuos peligrosos generados en desarrollo de las actividades del proyecto bajo los lineamientos establecidos en el artículo 2.2.6.1.1.1 y siguientes del Decreto MinAmbiente 1076 del 2015; en particular, aplicar las medidas previstas para la recolección, almacenamiento, tratamiento y disposición.
- Gestionar los residuos hospitalarios bajo los lineamientos del Decreto Presidencial 351 de 2014 y la Resolución 591 del 2024 que adopta el “Manual para la Gestión Integral de los Residuos Generados en la Atención en Salud y otras Actividades”, asegurando la debida segregación y su entrega a un gestor externo licenciado para su tratamiento o disposición.

### Recolección y segregación de residuos

El nivel de segregación de los residuos es potestativo según el proyecto y operador, así como del plan de gestión de residuos peligrosos del proyecto. A pesar de lo anterior, se recomienda que las estrategias y niveles de segregación del proyecto prevean las posibilidades de reúso y reciclaje, la gestión de residuos por el gestor externo, programas posconsumo y las alternativas de aprovechamiento, tratamiento y disposición de los residuos recolectados.

Adicionalmente, en desarrollo del proyecto se deben aplicar las siguientes medidas:

- Exigir a los contratistas y proveedores del proyecto realizar la segregación de los residuos peligrosos acorde con el programa de gestión establecido para el proyecto.
- Separar los residuos peligrosos de los no peligrosos para evitar la contaminación de estos últimos.
- Rotular e identificar debidamente los recipientes utilizados para la recolección de los residuos peligrosos en las áreas operativas según tipo de residuo previsto, así como seleccionar recipientes que eviten el ingreso de las aguas lluvias en los contenedores.
- Ubicar suficientes estaciones de recolección de residuos peligrosos tanto en áreas del campamento como en áreas operativas del proyecto, de acuerdo con las actividades desarrolladas y los volúmenes estimados.
- Realizar charlas y campañas educativas con el fin de capacitar al personal y concientizar sobre la importancia de recolectar y segregar, reducir la generación de residuos.
- Disponer por parte de la operadora o contratista una cuadrilla de limpieza de las líneas sísmicas, que será responsable por la recolección de los residuos abandonados en la trocha de acceso y línea sísmica.
- El avance de la cuadrilla se hará detrás del frente de trabajo, cuando se hayan completado las operaciones. Se recomienda consultar la GTC 35 de 2003 “Guía para la Recolección Selectiva de Residuos Sólidos” y aplicar sus lineamientos.

### Almacenamiento interno

En la gestión de residuos se deben adoptar las medidas para el almacenamiento de residuos peligrosos en el área del proyecto. Se recomienda aplicar las siguientes acciones:

- Habilitar caseta para almacenamiento temporal de residuos peligrosos en el área de campamento. Esta caseta puede prever el almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos, siempre y cuando tenga compartimientos separados para cada tipo de residuos.
- Habilitar la caseta para almacenamiento con piso impermeabilizado, contar con cerramiento, cubierta, rotulación y señalización, dique de contención de lixiviados, extintor, condiciones óptimas / sistemas que permitan la ventilación e iluminación, etc.
- Disponer de un sistema de drenaje que evite que, en caso de emergencia, corrientes o fluidos contaminados alcancen fuentes de agua superficiales o subterráneas o contaminen el suelo.
- Implementar mecanismos que permitan el almacenamiento seguro teniendo en cuenta criterios de compatibilidad, en caso de almacenarse residuos de diferentes características de peligrosidad.
- Contar con señalización, ventilación natural o artificial y mecanismo para evitar el ingreso de personal no autorizado.
- Llevar registros detallado de generación de residuos acorde con los niveles de segregación establecidos.
- Manejar la totalidad de los residuos como peligrosos, en caso de presentarse fallas en la segregación entre residuos peligrosos y los demás.

### Transporte de residuos

- Entregar los residuos peligrosos acorde con lo dispuesto en el DUR MinTransporte 1079 de 2015 del sector transporte (que compiló el Decreto 1609 del 2002) sobre el transporte terrestre de mercancías peligrosas por carretera.
- Verificar que el transportador cuente con su plan de contingencia radicado ante la autoridad ambiental competente.
- Verificar que la unidad de transporte y el conductor cumplen con los requisitos establecidos en el Decreto 1079 de 2015; en particular, verificar que tenga compartimientos separados de acuerdo con el tipo de residuos a recolectar, estar rotulado de acuerdo con el Reglamento tipo de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas, tener kit ambiental y sistema de recolección de lixiviados incorporado, entre otros.
- Obtener del transportador el manifiesto de transporte de los Respel de acuerdo con lo previsto en la normatividad del MinAmbiente y Mintransporte.

### Aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos

- Contar con un inventario de empresas externas que tengan licencia ambiental vigente para el manejo adecuado de residuos peligrosos (en proximidad al área de influencia directa del proyecto).
- Obtener los soportes de recolección de la empresa que presta el servicio de transporte; y del gestor final, los certificados de disposición de los residuos, así como demostrar el ciclo completo de la gestión de los residuos.
- Verificar que el gestor externo cuenta con los permisos o licencias emitidos por la autoridad ambiental competente para el proceso o actividad a los que serán sometidos los residuos.
- Revisar por parte del operador o contratista las condiciones bajo las cuales se hace tratamiento y la disposición de los residuos por el tercero licenciado; se recomienda realizar auditoría de segunda parte al gestor autorizado que realice el aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición de los Respel generados.
- Si los Respel están regulados bajo el principio de responsabilidad extendida del productor, entregarlos a los sistemas de recolección y gestión aprobados por la ANLA.
- Realizar el registro como generador de residuos peligrosos ante el IDEAM, en cumplimiento a lo

establecido en la Resolución MinAmbiente 1362 del 2 de agosto de 2007; para ello, se debe obtener la información consolidada de generación de Respel en el proyecto y actualizarla acorde con la periodicidad establecida.

Los tipos de residuos típicos generados en los proyectos de adquisición sísmica se muestran en la tabla 6-6, en la cual se relacionan alternativas para clasificación y eliminación. Es posible que en estas tablas no se muestren todos los desechos que pueden generar en el proyecto y los métodos de eliminación de desechos no sean apropiados o completos en todos los casos. El sistema de clasificación sugerido está alineado con lo establecido en el marco normativo colombiano (Título 6, Anexos I y II del Decreto 1076 de 2015) que, a su vez, sigue la clasificación establecida por el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y otros desechos.

**Tabla 6.6. Clasificación de los residuos peligrosos más representativos que se pueden generar en las actividades de exploración sísmica**

RESPEL MÁS REPRESENTATIVOS	ESTADO DE LA MATERIA	CLASIFICACIÓN	POSIBLES OPERACIONES DE ELIMINACIÓN <sup>2</sup>
Elementos o materiales contaminados con hidrocarburos (ej. EPP, estopas, textiles, caucho, sierras, plásticos)	Sólido / semisólido	Y9.2 / A4060.2	D10; D5 R1+R5
Sólidos o semisólidos impregnados con hidrocarburo (ej. tierra, suelo, arena)	Sólido / semisólido	Y9.3 / A4060.3	D8; D5; D10; R1+R5
Envases, recipientes, canecas, jerricanes o contenedores que contienen o contaminados con hidrocarburos.	Sólido / semisólido	Y9.5 / A4060.5	R4; D9; D10 R1+R5
Aceite lubricante usado (ej. aceites lubricantes minerales, sintéticos, hidráulicos usados)	Líquido	Y8.1 / A3020.1	D9; R1; R1+R5; R9; D10
Elementos o materiales contaminados con aceites lubricantes usados (ej. EPP, filtros, estopas, aserrín, estopas, filtros, textiles, vidriería, cauchos, plásticos).	Sólido / semisólido	Y8.2 / A3020.2	D10; D5; R7 R1+R5
Envases, recipientes, canecas, bidones o contenedores que contienen o contaminados con aceites usados.	Sólido / semisólido	Y8.6 / A3020.6	R4; D9; D10 R1+R5; D5
Envases, contenedores o empaques que contengan sustancias químicas peligrosas o estén contaminados con estas (ej. canecas o tambores contaminados con insumos químicos utilizados en procesos o mantenimientos)	Sólido / semisólido	A4130.1	D10; D5; R3; R4; R5; R1+R5
Residuos de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices, así como los recipientes que los contienen o contuvieron (ej. cartuchos de tinta, latas de pinturas, pinturas en aerosol, elementos contaminados con pinturas, lacas o barnices)	Sólido / semisólido	Y12 / A4070	D10; D5

2. La operación R1+R5 hace referencia a aquel proceso de co-procesamiento en hornos cementeros en los casos donde, además de aprovecharse el residuo como combustible alternativo, se realiza la recuperación de materiales presentes en el mismo para ser incorporados como materia prima en el proceso de producción de clinker. Cuando solo se dé aprovechamiento energético para uso del residuo como combustible, se deberá utilizar la opción R1.

RESPEL MÁS REPRESENTATIVOS	ESTADO DE LA MATERIA	CLASIFICACIÓN	POSIBLES OPERACIONES DE ELIMINACIÓN <sup>2</sup>
Residuos de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (ej. sobrantes de tinta o de pinturas, pinturas vencidas)	Líquido	Y12 / A4070	D10; D5
Desechos de soldaduras metálicas (ej. colillas de soldadura con plomo o cadmio)	Sólido / semisólido	A1010	R4; D5
Productos químicos vencidos o residuos de productos químicos	Sólido / semisólido	A4140	D5; R2; R4; D10
Envases de plaguicidas gastados	Sólido	Y4.5 / A4030.5	
Luminarias, bombillas, tubos fluorescentes que contienen sustancias o elementos peligrosos.	Sólido / semisólido	A1180	R5; D5
Residuos cortopunzantes de la atención médica (agujas, limas, cuchillas, lancetas, restos de ampollitas, entre otros)	Sólido / semisólido	Y1.3 / A4020.3	D9; D10
Medicamentos vencidos	Sólido / semisólido	A4010	D10
Pilas y acumuladores (ej. que contengan cadmio, plomo o mercurio entre otras sustancias peligrosas) *	Sólido / semisólido	A1170	D9; R4

Fuente: MinAmbiente, 2021.

### Recomendaciones finales

Se referencian algunos documentos de consulta que permiten precisar los manejos ambientales de los residuos peligrosos del proyecto:

- Decreto 4741 de 2005. Bogotá, D.C. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Lineamientos generales para la elaboración de planes de gestión integral de residuos o desechos peligrosos a cargo de generadores.
- Manual Técnico para el manejo de aceites lubricantes usados de origen automotor e industrial. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2da. Ed. (2014). Bogotá, D.C.
- Resolución 1023 de 2005 del MAVDT, que adopta la Guía ambiental de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos.

## 6. GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

En el documento de MMA que se formule para el proyecto, se deben incluir las medidas para la gestión integral de los residuos no peligrosos generados durante las actividades del proyecto; se formulará atendiendo los lineamientos establecidos en la estrategia de economía circular para Colombia, atendiendo la política de producción y consumo sostenible y bajo los principios de minimización de la generación, fomento del reuso, reciclaje y la gestión de los desechos desde su generación hasta la disposición final, considerando los programas posconsumo con que cuenta el país.

### Gestión de residuos No Peligrosos

La planificación de la gestión de residuos debe establecer una estrategia que incluya opciones para evitar la generación, fomentar el reúso, así como asegurar el aprovechamiento cuando sea técnicamente factible, antes de considerar alternativas de disposición final de los residuos.

Maximizar los recursos y minimizar los residuos es la clave en la gestión ambiental responsable de los proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos. La gestión de los residuos se debe procurar aplicar medidas tendientes a:

- Reducción en la generación de residuos: procurar minimizar o eliminar el volumen y la toxicidad del residuo generado.
- Asegurar recolección y segregación: habilitar las condiciones logísticas para hacer recolección eficiente y asegurar la segregación de los residuos.
- Promover el aprovechamiento de los residuos antes de ser descartados.
- Tratamiento: Utilizar técnicas para reducir el volumen y aplicar técnicas o alternativas para biodegradar los residuos orgánicos, entre otros.
- Disposición: Asegurar que el gestor final aplique métodos apropiados para gestionar los residuos generados y que se cuente con los permisos ambientales requeridos.

Se recomienda que los proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos deberán establecer y mantener un programa que permita identificar las oportunidades para prevenir la generación de residuos, en el Tabla 6-7 se muestran algunas líneas gestión.

**Tabla 6.7. Oportunidades para minimizar la generación de residuos**

MATERIALES, INSUMOS O RESIDUOS	OPCIONES PARA REDUCIRLO	DESCRIPCIÓN
Aceites de cocina usados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir elaboración de alimentos de frituras.</li> <li>• Filtrar el aceite luego de usarlo y retirar residuos.</li> <li>• Asegurar uso de aceites de alta calidad de refinado</li> </ul>	Procurar uso de vasijas de acero inoxidable, evitar cobre o latón. Aplicar esquemas de monitoreo a la calidad del aceite durante su uso. Asegurar entrega a gestores para el reciclaje del aceite.
Bombillas	Uso de bombillas Led de larga duración.	Asegurar el uso de bombillas Led de iluminación en campamentos y áreas operativas, en la medida de las posibilidades.
Residuos sólidos domésticos	Segregación y clasificación en la fuente.	Implementar sistema de clasificación que facilite reciclaje/recuperación/ aprovechamiento y evite mezcla con residuos peligrosos.
Papel blanco oficinas	Racionalizar utilización del papel de escritura y de fotocopias.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar las dos caras del papel.</li> <li>2. Reducir fotocopiado mediante el uso de correo electrónico, rotación de documentos, etc.</li> </ol>
Envases no retornables de icopor y plástico para bebidas y comidas.	Sustitución por elementos reutilizables. Aplicación de los lineamientos del Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo uso.	Utilización de vajilla reutilizable para el suministro de alimentación, promover suministro de bebidas y agua en envases reutilizables. Aplicar las líneas de acción para productos de plásticos de un solo uso previstos en el Plan.

Fuente: elaboración propia.

Otro concepto fundamental en la gestión de residuos es aplicar la jerarquía en la gestión de los residuos (Ver Figura 6.6), que tiene como fin extraer el máximo beneficio práctico de los productos y generar la mínima cantidad de residuos. La correcta aplicación de la jerarquía de residuos puede tener varias ventajas: puede ayudar a prevenir las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir los contaminantes, ahorrar energía, conservar recursos, crear empleos, entre otros.

Finalmente, se recomienda considerar los siguientes lineamientos a la hora de gestionar los residuos no peligrosos de proyectos de exploración sísmica:

- Asegurar la gestión de residuos no peligrosos bajo las disposiciones que le apliquen definidas en el Decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Se debe priorizar en la gestión reuso y el aprovechamiento de los residuos y cumplir con la reglamentación y condiciones definidas por el municipio donde se prevé la disposición de los residuos.

**Figura 6.6. Jerarquía para la gestión de residuos no peligrosos**



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa\\_de\\_residuos](https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_de_residuos)

- Prever el cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo uso y precisar la gestión de este tipo de residuos en el proyecto.
- Hacer permanentemente limpieza de los campamentos y otras áreas ocupadas y la recolección de residuos. Se sugiere realizar jornadas periódicas de limpieza con los trabajadores del proyecto en los entornos de los campamentos y frentes de trabajo.
- Procurar el uso de empaques o recipientes biodegradables para el suministro de alimentos y bebidas (evitar uso de desechables plásticos o de poliestireno expandido).
- Asegurar que los contratistas que participan en el proyecto cuenten con estrategias habilitadas para gestionar sus residuos en la línea de fortalecer la responsabilidad extendida y cadenas de valor o de suministro sostenibles, en coordinación con proveedores.
- Precisar en el plan o documento de medidas de manejo ambiental del proyecto acciones que plasmen lo previsto en el Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo uso, en particular lo definido en el Capítulo I “Líneas de acción para productos de plásticos de un solo uso” y las Resoluciones 668 del 2016 y 2184 del 2019 y se desincentive el uso de este tipo de plásticos en el proyecto.
- Mantener todas las vías de acceso, líneas de sísmica y campamentos libres de residuos que sean generados por el proyecto.

### Recolección y segregación de residuos sólidos

El nivel mínimo de separación, como se mencionó anteriormente, hará distinción entre residuos no aprovechables, orgánicos y reciclables, considerando el código de colores establecido en la normatividad vigente (Resolución MinAmbiente 2184 de 2019). Elaboraciones más detalladas serán potestativas de cada proyecto y cada operador, dependiendo de los lineamientos ambientales de la operadora, objetivos y planteamientos del MMA, así como de las características de la zona o región donde se desarrolla la actividad.

- Para la separación y segregación de los residuos, en las áreas operativas del proyecto se deberán proveer recipientes rotulados por tipo de residuo, en número suficiente, e instruir al personal en su uso. Para este fin, se debe considerar lo establecido en la Resolución MinAmbiente 2184 de 2019 que establece el código de colores blanco, negro y verde para los contenedores de basura, canecas de reciclaje y bolsas que se utilicen en la separación de residuos en la fuente. En la figura 6.7 se muestran las características típicas de estaciones de recolección de residuos en proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos
- Exigir a los contratistas y proveedores del proyecto realizar la segregación de los residuos acorde con el programa de gestión establecido para el proyecto.
- Disponer de una cuadrilla de limpieza de las líneas sísmicas, que será responsable de la recolección de los residuos abandonados en la trocha de acceso y línea sísmica.
- Rotular e identificar debidamente los recipientes utilizados para la recolección de los residuos, según el tipo de que se trate.
- Ubicar suficientes estaciones de recolección tanto en áreas del campamento base como volantes del proyecto. Aplicar mecanismos para evitar el ingreso de las aguas lluvias en los contenedores habilitados.
- Emitir instrucciones, conferencias y campañas de difusión para concientizar al personal sobre la importancia de recolectar y segregar, reducir, reciclar y disminuir la generación de residuos.

**Figura 6.7. Estación de recolección de residuos**



Fuente: <https://www.canecas.com.co/punto-ecologico-con-techo-cjs>

### Almacenamiento de los residuos

De acuerdo con el plan de gestión previsto para el proyecto, considerar medidas para el almacenamiento temporal, así:

- Habilitar caseta para almacenamiento temporal de residuos en el área de campamento. El área de almacenamiento de residuos que se habilite en el campamento debe estar debidamente identificada, rotulada y tener compartimientos por tipo de residuo, techada para evitar el ingreso de aguas lluvias y contar con una superficie impermeabilizada y con un extintor.
- Programar recolección periódica de los residuos de las estaciones habilitadas en el proyecto; así mismo, asegurar el correcto almacenamiento de los residuos recolectados en los frentes de trabajo (líneas de símica).
- Utilizar una caseta móvil que permita ser reutilizada en otros proyectos o los materiales sean reciclados o aprovechados **(Ver Figura 6.8)**.
- Implementar un sistema de registro de generación de residuos acorde con el nivel de segregación establecido; asegurar el mantener actualizados los registros de generación del proyecto.
- Designar y delimitar un área de la localización para el almacenamiento de la chatarra generada en desarrollo del proyecto, asegurando que el material este limpio y no genere riesgo de contaminación del suelo.
- Evitar mezclar los residuos no peligrosos con los peligrosos, deben ser segregados con el fin de evitar que se contaminen los primeros. En caso de presentarse fallas en la segregación entre residuos peligrosos y los demás, la totalidad de los residuos deben ser manejados como peligrosos.

**Figura 6.8. Caseta de almacenamiento de residuos sólidos**



Fuente: Ipieca, 2020.

### Transporte, tratamiento y disposición final de residuos

En los proyectos de exploración sísmica de hidrocarburos, se recomienda realizar la gestión de los residuos no peligrosos a través de empresas especializadas en la recolección, y asegurar la entrega a empresas de reciclaje, aprovechamiento o para disposición final. La operadora o contratista debe revisar las condiciones bajo las cuales se hace recolección, reciclaje y la disposición de los residuos, para lo cual debe:

- Verificar que los residuos no aprovechables sean entregados para tratamiento y disposición en sitios autorizados por la autoridad ambiental.

- Procurar el desarrollo de proyectos que permiten su degradación biológica y se asegure el tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos.
- Asegurar que los gestores de residuos orgánicos no utilicen los sobrantes de alimentos en la alimentación de animales y se cumpla con la normatividad establecida por el Ministerio de Salud.
- Obtener los soportes de transporte del residuo y entrega a la empresa que realiza el reciclaje o aprovechamiento de los residuos no peligrosos.
- Habilitar mecanismos para obtener soportes de entrega de los residuos no aprovechables a empresas que cuentan con la respectiva licencia o permiso ambiental para realizar su disposición final.

Para el transporte de los residuos se debe tener en cuenta:

- El vehículo debe tener compartimiento separados de acuerdo con el tipo de residuos a recolectar, estar rotulado según el tipo de residuo que recolecte, tener kit ambiental, sistema de recolección de lixiviados incorporado, plan de contingencia radicado ante autoridad ambiental, entre otros.
- Los residuos no peligrosos deben cumplir con lo dispuesto en el Decreto MinVivienda 1077 del 2015.

Las técnicas de disposición más frecuente en la industria nacional se muestran en el Tabla 6-8; estas constituyen solamente alternativas que deben ser analizadas para cada caso particular, a la luz de la conveniencia para el ambiente y para el proyecto.

**Tabla 6.8. Residuos no peligrosos**

Tipo de residuo	Ejemplo	Relleno sanitario	incineración	Biodegradar	Reciclaje	Reúso
Residuos orgánicos (biodegradable)	Comida o rechazos orgánicos de cocina o comedor. Cortes y podas de materiales vegetales.	X		X		
Chatarra	Todos los residuos metálicos, cable, canecas, tubos, etc..				X	X
Residuos domésticos	Papel, trapos, cartón, material de relleno, revestimiento, material de embalaje, madera, textiles (ropa, trapos), basura de línea, etc.	X	X		X	
Plástico	Botellas, bolsas, tetra pack, PVC, tubos de plástico, láminas de plástico, mangueras				X	
Espuma de polietileno	Vasos y platos, materiales de embalaje.	X	X		X	
Vidrio	Botellas, láminas, recipientes				X	X
Residuos no aprovechables	Papel tissue (papel higiénico, toallas de manos, toallas sanitarias, protectores diarios), papeles encerados, plastificados, metalizados, cerámicas, huesos, colillas de cigarrillo.	X	X			

Fuente: elaboración propia.

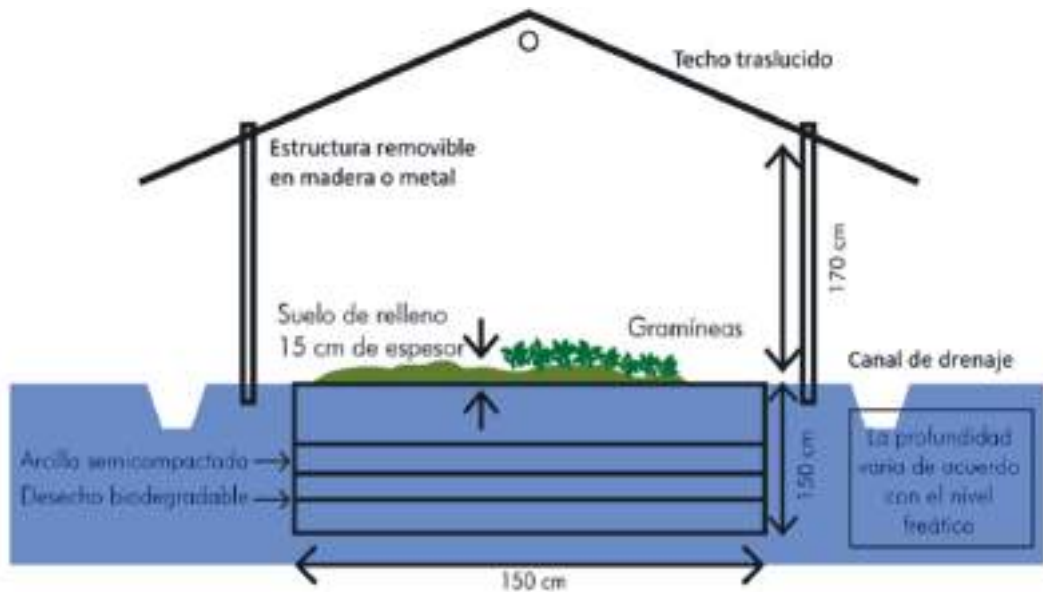
## 7. MANEJO DE RESIDUOS BIODEGRADABLES

Los residuos biodegradables pueden ser evacuados al campamento base para su tratamiento y aprovechamiento (alternativa recomendada) o para su manejo y disposición. Cuando se decida tratarlos y disponerlos en el sitio, podrá utilizarse una caseta para fomentar su biodegradación (Ver figura 6.9). La caseta se ubicará a una distancia no inferior a 100 metros del espejo de cuerpos de agua, nacedores y de pozos o aljibes, procurando su ubicación aguas abajo según gradiente hidráulico de las aguas subterráneas. Durante su operación se deberá hacer cubrimiento diario con plástico o con cal y con una capa delgada del material de excavación para el residuo orgánico dispuesto en la fosa, para evitar la generación de olores.

La fosa que se habilite y que será cubierta con la caseta se recomienda sea impermeabilizada con arcillas, geomembranas o cualquier material que cumpla esta función y ubicarla en área con nivel freático profundo. Únicamente será aplicable en los casos en los cuales los campamentos se ubiquen es sitios alejados donde no sea posible el ingreso de una empresa externa para la recolección de residuos.

Finalmente, otra de las opciones que se puede considerar es desarrollar un programa de compostaje de residuos, tomando las medidas para evitar la afectación de las aguas lluvias y la generación de olores en el entorno. Este tipo de programas tiene la ventaja de poder utilizar el producto como abono o recuperador de tierras, beneficiando al proyecto al realizar la restauración de áreas intervenidas o a la comunidad del área del proyecto.

**Figura 6.9. Caseta para tratamiento de residuos biodegradables**



**CASETA DE COMPOSTAJE PARA RESIDUOS BIODEGRADABLES**  
 150 cm. 20 cm. 20 cm. 20 cm. Canal de drenaje. Gramíneas. Suelo de relleno 15 cm de espesor. Estructura removible en madera. Techo plástico 150 cm. 170cm. La profundidad varía de acuerdo con el nivel freático. Arcilla semicompactada. Desecho biodegradable

Fuente: elaboración propia.

## 8. RESPONSABILIDAD

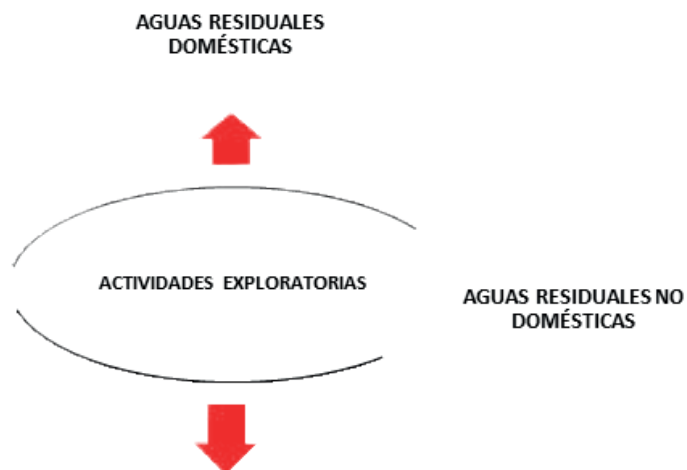
Compañía operadora y contratistas del programa

Versión 2 Octubre 2024	<b>6.7. GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES</b>	SIS-6-070
---------------------------	---	-----------

### 1. AGUAS RESIDUALES GENERADAS

El desarrollo de un programa sísmico genera también residuos líquidos (figura 6.10), como consecuencia de las operaciones normales de campamentos y otras áreas de trabajo. Estos residuos deben ser manejados en forma segregada, tratados y dispuestos acorde con lo establecido por la normatividad ambiental.

**Figura 6.10. Principales residuos líquidos generados por la actividad exploratoria**



Fuente: elaboración propia.

### 2. MANEJO AGUAS DE ESCORRENTÍA EN CAMPAMENTOS

El agua lluvia puede ser utilizada para otras actividades en cumplimiento del Decreto 1076/2015, artículo 2.2.3.2.16.1. Uso de aguas lluvias sin concesión.

#### 2.1. OBJETIVO

Evitar la contaminación de las aguas de escorrentía que escurren sobre el área donde se ha construido un campamento (base o volante).

## 2.2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa, operativa y posoperativa.

## 2.3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Cambios en la calidad de aguas lluvias.
- Activación de procesos erosivos.

## 2.4. CRITERIOS AMBIENTALES

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda considerar los siguientes lineamientos:

- a. Ubicar los campamentos de tal manera que no obstruyan la red natural de drenaje del área donde se construyen.
- b. Tener un sistema de manejo independiente que evite la contaminación de las aguas lluvias limpias que caen sobre los campamentos y serán dispuestas directamente al ambiente.
- c. Para garantizar el correcto manejo de las aguas lluvias, especialmente en zonas de ladera, se construirá un canal interceptor (zanja de coronación) en el perímetro de la instalación.
- d. La protección de las aguas superficiales y el suelo exige que el almacenamiento de combustibles y de aceites se encuentre confinado en diques con capacidad mínima del 110 % del volumen almacenado y se encuentre cubierto.
- e. Los diques de contención de derrames deben ser revisados diariamente para evacuar aguas lluvia acumuladas; en caso de que se evidencie contaminación de las aguas por presencia de hidrocarburos u otras sustancias, se deben pasar por skimmer y llevarlas al sistema de tratamiento de aguas residuales o ser entregadas a un tercero autorizado para su tratamiento y vertimiento.
- f. En los casos que el agua residual generada en las actividades desarrolladas por el proyecto no se haya habilitado un sistema de tratamiento, se gestionarán dichas aguas con un gestor externo debidamente autorizado por la autoridad ambiental competente.
- g. Cuando se requieran habilitar canales perimetrales en el área de campamentos (áreas de ladera), en los descoles de sistema de aguas lluvias y escorrentía se deben ubicar trampas de sedimentos que disminuyan el aporte de sedimentos en el entorno.
- h. Durante la fase de construcción y operación del campamento se deben adoptar medidas para evitar la erosión en los puntos de los descoles habilitados.
- i. Se recomienda prever medidas para recolección de aguas de lluvias y utilizarlas en labores de limpieza y servicios en el área de campamentos del proyecto.

La **figura 6.11** ilustra los criterios establecidos anteriormente descritos.

## 2.5. RESPONSABILIDAD

El contratista de sísmica es el responsable de poner en ejecución las medidas de manejo señaladas en esta sección.

**Figura 6.11. Medidas de manejo de aguas lluvias en campamentos (ilustración que no sugiere el tipo de campamento)**



Fuente: <https://rotoplascentroamerica.com/sistema-de-captacion-de-agua-de-lluvia/>

### 3. GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

#### 3.1. OBJETIVO

Proveer a los campamentos (base o volantes) que se construyan para el proyecto con un sistema adecuado de manejo, tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas generadas durante la operación.

Esto aplica en los casos en que el proyecto haya solicitado un permiso de vertimiento de aguas residuales domésticas para el desarrollo del proyecto o que una empresa externa con licencia ambiental sea la que se encargue de la recolección, transporte y disposición.

#### 3.2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa, operativa y posoperativa.

#### 3.3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Contaminación del suelo
- Contaminación de las aguas (superficial y subterránea)
- Generación de olores ofensivos
- Riesgos para la salud originados en deficiente disposición de residuos con alto contenido de patógenos

### 3.4. CRITERIOS AMBIENTALES<sup>3</sup>

Las aguas residuales generadas por el proyecto deben manejarse de manera que las aguas superficiales y subterráneas no sean contaminadas. En caso de que se habilite sistema de tratamiento de las aguas residuales, se debe contar con personal calificado para realizar el mantenimiento operativo del sistema habilitado y garantizar así, su óptima operación, adicional a la formulación de un programa de monitoreo detallado. Para el manejo de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas se recomienda:

- Ubicarlas en áreas impermeabilizadas.
- Ubicarlas lo más retirado posible del campamento (vientos abajo si es práctico).
- Ubicarlas aguas abajo de la fuente de agua del campamento y por encima de las cotas máximas de inundación de cualquier cuerpo de agua cercano.
- Evitar el derrame y la contaminación por lixiviados.

A continuación, se determinan algunos lineamientos para el manejo de los vertimientos:

FACTOR	CRITERIO
Facilidades mínimas recomendadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer uso de sistema de baños portátiles en los campamentos base y volantes (fijo o temporal).</li> <li>• Ubicar los baños portátiles en el campamento base y los campamentos volantes (fijo o temporal) en número suficiente para atender la población prevista, (aproximadamente una batería sanitaria por 15 personas).</li> <li>• Cuando el campamento no pueda conectarse a una red de alcantarillado por estar fuera del área de cobertura del sistema, se puede habilitar su propio sistema de tratamiento y el sistema de vertimiento, para lo cual debe obtenerse previamente el respectivo permiso de vertimientos ante la autoridad.</li> <li>• Instalar sanitarios ahorradores de agua en caso de sistemas que se conecten al alcantarillado o sistema de tratamiento de ARD.</li> <li>• Usar elementos de limpieza biodegradables.</li> <li>• Utilizar un baño seco o similar, en caso de que no haya facilidad de acceso terrestre al campamento base o volante.</li> </ul>
Redes de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrán: una red para aguas negras (aguas de baños) y otra para la conducción de aguas grises (aguas de lavado, cocina y de duchas y lavamanos), a menos que pueda conectarse a un sistema de alcantarillado.</li> <li>• Las aguas residuales domésticas de los campamentos base y volantes fijos construidos para el proyecto se manejarán a través de redes independientes, para las aguas residuales grises se habilitará una trampa de grasa previo entrega al sistema de tratamiento habilitado.</li> </ul>

3. Estos criterios no aplican cuando el campamento aproveche facilidades existentes. Estas deberán evaluarse y, si es del caso, complementarse según las necesidades.

FACTOR	CRITERIO
Sistemas de recolección	<p><b>Campamento base y volantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el campamento se encuentre dentro del área de influencia de una red de alcantarillado, el sistema se conectará a dicha red previa verificación que el sistema realice tratamiento de las aguas residuales.</li> <li>• Habilitar sistemas de unidades de baños portátiles.</li> <li>• Si la duración del proyecto lo justifica, se debe habilitar un sistema de recolección de las aguas residuales en las instalaciones habilitadas y considerar el utilizar una planta de tratamiento de aguas residuales portátil o pozos sépticos, asegurándose de obtener previamente el permiso de vertimiento para las aguas tratadas cuando aplique.</li> <li>• Otras técnicas o sistemas equivalentes autorizados.</li> </ul> <p><b>Unidades sanitarias portátiles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de habilitarse el sistema de baños portátiles tanto para campamento base como volantes (fijo o temporal) se debe prever el mantenimiento periódico requerido y los residuos deben ser gestionados por una empresa que cuente con permiso ambiental para su tratamiento y vertimiento.</li> <li>• Seleccionar un área adecuada para la ubicación de los baños lo suficientemente alejada para evitar afectaciones por proliferación de olores.</li> <li>• Dejar previsto el ingreso vehicular del vector para evacuación de residuos líquidos para cada unidad sanitaria.</li> <li>• A la empresa externa que se encargue de la recolección y transporte, verificar que cuente con plan de contingencias presentado ante la autoridad ambiental.</li> </ul>
Sistema de tratamiento	<p><b>Tanque séptico hermético</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta opción, verificando condiciones de diseño y de los caudales a tratar, es una alternativa económica y eficiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.</li> <li>• Permite que se instale un baño convencional o varios y que sean conectados a un tanque séptico hermético enterrado por la duración del proyecto, brindando mayor comodidad, es una buena opción en proyectos de larga duración.</li> <li>• Realizar labores de monitoreo de su funcionamiento y asegurar el mantenimiento y retiro de lodos periódicamente.</li> <li>• f) Se recomienda ubicar el tanque séptico a nivel subsuperficial, en lo posible utilizar tanques prefabricados que tengan la posibilidad de ser reutilizados.</li> <li>• g) Habilitar cajas de inspección de monitoreo de aguas previa al sistema de tratamiento y en el punto de descarga del tanque.</li> <li>• Dejar previsto el ingreso vehicular del vector para ejecución de labores de mantenimiento del pozo.</li> </ul> <p><b>Lodos activados</b></p> <p>Este proceso depende del uso de altas concentraciones de microorganismos presentes en flocs mantenidos en suspensión en las aguas mediante agitación mecánica. Es un método aplicable para pequeñas operaciones, entendiéndose que requiere de tiempos de retención inferiores a 8 horas. Como desventaja se puede mencionar que requiere suministro de energía de manera permanente que asegure el suministro de oxígeno.</p>

FACTOR	CRITERIO
<p>Sistema de tratamiento</p>	<p>Dada la popularidad del uso de plantas de lodos activados en proyectos de operaciones petroleras, debido a su facilidad de implantación y diseño compacto, teniéndose una amplia oferta de plantas portátiles en el mercado. A continuación, se presentan los criterios a tener en cuenta para este sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Asegurar que la planta de lodos activados tenga la capacidad para tratar el volumen de agua generada en el campamento (estimar caudales previamente, considerando la variabilidad horaria de generación de su generación)</li> <li>o La planta de lodos activados debe estar provista de rejillas de cribado como tratamiento preliminar y prever un sistema de recolección y secado de lodos.</li> <li>o Asegurar la siembra de los lodos para obtener eficiencias desde el inicio de la operación y monitorear la carga de contaminantes (mínimo DBO5, SST, Nitrógeno, Fósforo y Alcalinidad), Caudal medio, temperatura para asegurar optima eficiencia.</li> <li>o Realizar monitoreo periódico de oxígeno disuelto, concentración de lodos y pH, parámetros claves para el tratamiento biológico.</li> <li>o Contratar personal calificado para asegurar su optima operación.</li> </ul> <p>Asegurar el cumplimiento a cada una de las medidas definidas en el acto administrativo que otorgue el permiso de vertimiento de residuos líquidos domésticos (si aplica).</p>
<p>Alternativas de vertimientos (en caso de contar con permiso de vertimientos)</p>	<p><b>Vertimiento a cuerpos de agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar cumplimiento del Decreto MinAmbiente 1076 de 2015 y la Resolución MinAmbiente 0631 de 2015.</li> <li>• El punto de descarga de vertimiento debe estar ubicado de tal manera que permita la mejor dispersión de las aguas residuales tratadas.</li> <li>• Instalar valla indicando la información y condiciones del permiso de vertimiento otorgado.</li> <li>• Adoptar medidas para evitar erosión en las riberas del cuerpo de agua donde se realiza el vertimiento.</li> <li>• Realizar monitoreo continuo de los parámetros mas relevantes y habilitar registros para verificar cumplimiento normativo.</li> </ul> <p>Asegurar el cumplimiento a cada una de las medidas definidas en el acto administrativo que otorgue el permiso de vertimiento de residuos líquidos domésticos (si aplica).</p> <p><b>Campo de infiltración o aspersión</b></p> <p>Las aguas residuales generadas deben manejarse tomando las medidas necesarias para evitar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Los puntos de vertimiento aguas residuales al suelo debe realizarse con apego a lo previsto en el Decreto MinAmbiente 050 del 2018, Resolución MinAmbiente 699 del 2021 y demás norma que se expida y reglamente dicha actividad, adicionalmente debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar alejados del campamento (y vientos abajo si es práctico).</li> <li>• Aguas abajo de la fuente de agua del campamento y por encima de la cota de niveles máxima de cualquier cuerpo de agua cercano.</li> <li>• Prevenir el anegamiento y la contaminación por lixiviados.</li> <li>• Localizar el campo de infiltración o aspersión a no menos de 100 m de cualquier corriente de agua.</li> <li>• El campo se construirá preferiblemente sobre terrenos con suficiente permeabilidad para permitir la infiltración del agua residual.</li> <li>• No se podrá ubicar tanque séptico sobre áreas inundables. Para evitar la entrada de aguas lluvias, el área del pozo se dotará de un canal interceptor alrededor de la unidad.</li> <li>• El tanque séptico se ubicará a no menos de 5 m de cualquier edificación.</li> </ul>

FACTOR	CRITERIO
Aspectos de diseño y construcción	<p><b>Para las unidades sanitarias portátiles</b></p> <p>La <b>figura 6.12</b> muestra una unidad sanitaria portátil, estas deben instalarse de acuerdo con el número de trabajadores y se ubicarán en sitios de fácil acceso para realizar su mantenimiento periódico.</p> <p><b>b) Para el pozo séptico hermético</b></p> <p>La <b>figura 6.13</b> muestra el esquema típico de un pozo séptico prefabricado y sus componentes, el tanque debe estar dimensionado para la población que se prevé atender.</p> <p><b>c) Para el campo de infiltración</b></p> <p>Se construirá en la forma indicada por la figura 6.14 En la misma se establecen las dimensiones del campo en función de los resultados del ensayo de percolación del suelo.</p>
Mantenimiento del sistema	<p>El sistema de manejo y disposición de aguas residuales debe tener un programa de mantenimiento, según las siguientes pautas generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Minimizar la entrada de aguas lluvias.</li> <li>b) Programar la inspección periódica del sistema para apreciar su funcionamiento y determinar las necesidades de mantenimiento.</li> <li>c) Extracción periódica de grasas y sedimentos de trampas y cajas de inspección.</li> <li>d) Se debe capacitar y sensibilizar de forma constante al personal del proyecto para motivar a los buenos hábitos y conducta que con lleven al adecuado funcionamiento del baño.</li> </ul> <p><b>En el caso de las unidades sanitarias portátiles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El contenido inicial de la sustancia química alcanza para 40 o 160 usos, del que se proveerá cada vez que se realice mantenimiento.</li> <li>b) La ubicación de los baños es importante, ya que estos deben ser revisados y vaciados regularmente para evitar el rebose; por lo tanto, deben estar en un área a la que debido al fuerte olor que emanan, principalmente durante la limpieza, es preferible no se encuentre cerca de vías públicas o de áreas en donde habitan personas.</li> <li>c) Los productos químicos utilizados deben ser biodegradables y seguros para el ambiente.</li> <li>d) Los baños portátiles pueden ser utilizados en lugares donde exista o no agua o desagüe, cumpliendo funciones en forma temporal o continua.</li> <li>e) Los equipos utilizados para recolectar los residuos son bombas de vacío e hidrojet para el succionamiento de las excretas y aguas residuales.</li> <li>f) Instalar señalización dentro y fuera de la unidad sanitaria portátil motivando a la disposición correcta de los residuos sólidos.</li> <li>a) Realizar mantenimiento periódico a cada unidad sanitaria.</li> <li>g) Asegurarse de que la empresa externa encargada del mantenimiento y recolección de residuos líquidos de la unidad sanitaria portátil, disponga en la unidad los insumos necesarios (papel higiénico, jabón líquido para manos, gel antibacterial).</li> </ul>

### 3.5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- a. Asegurarse de contar con permiso de vertimientos expedido por la autoridad ambiental en caso de gestionar directamente las aguas residuales.
- b. Definir el sistema de tratamiento adecuado para las aguas residuales del campamento, según necesidades.
- c. Definir la localización del sistema.

- d. Diseño y construcción, antes de ocupar el campamento.
- e. Capacitar. Informar al personal e instruirlo acerca del funcionamiento del sistema con el fin de garantizar su buen uso y operación.
- f. Elaborar y ejecutar el programa de inspección y mantenimiento.
- g. Desarrollar un programa de monitoreo ambiental para los sistemas de tratamiento habilitados y los vertimientos realizados.
- h. Designar personal idóneo para realizar el mantenimiento y asegurar operación del sistema.
- i. Reportar a la autoridad ambiental el volumen de residuos líquidos generado Vs. volumen de residuos líquidos dispuestos en un sistema con permiso ambiental.
- j. Solicitar actas de tratamiento y disposición final en caso de ser gestionados por una empresa externa licenciada por la autoridad ambiental.
- k. Verificar o auditar periódicamente que los residuos líquidos domésticos provenientes del proyecto, sí se estén disponiendo en el sistema de tratamiento ofrecido por la empresa externa encargada de la gestión.

El pozo séptico que se habilite puede ser construido en el sitio o adquirirse prefabricado (lo que permite mayor agilidad en el armado del campamento), en este caso, puede ser reutilizado y demanda menos recursos en el proceso de abandono. En la Figura 6.13 se muestra un esquema de un pozo séptico de tipo horizontal, el cual se puede utilizar para proyectos de mayor duración, permitiendo almacenar una mayor cantidad de residuos líquidos de forma temporal, y se puede usar también para baños convencionales o unidades sanitarias portátiles que conecten su red de aguas residuales al tanque séptico.

### Recomendaciones

Considerar la valoración de las opciones para hacer recirculación o hacer uso de las aguas residuales, dentro de las labores previstas en desarrollo del proyecto y atendiendo la estrategia de economía circular establecida en el país por parte del Ministerio, de acuerdo con lo previsto en la normatividad vigente (Estrategia de Economía Circular, Decreto 1090 del 2018 y Resolución 1256 del 2021, expedidos por MinAmbiente).

Asegurar que el agua para uso doméstico provenga de una fuente autorizada (permiso de captación), o sea comprada a empresa de servicios públicos autorizada que cuente con permiso para comercialización de agua para uso doméstico en bloque. Seleccionar un área adecuada para la ubicación de los baños lo suficientemente alejada para evitar afectaciones por proliferación de olores, teniendo en cuenta la dirección del viento predominante. Finalmente, habilitar la cantidad de baños necesarios de acuerdo con el número de usuarios.

A continuación, se sugiere para el proceso de habilitación del pozo séptico:

- Realizar la excavación de acuerdo con el tamaño del pozo séptico a instalar.
- Fundir placa de concreto en el fondo y muros laterales de mampostería reforzada para protección del pozo séptico.
- Ubicar el pozo séptico plástico en la excavación.
- Fundir placa superior y tapas en concreto para inspección.
- Dejar previsto el ingreso vehicular del vector para evacuación de residuos líquidos.

### 3.6. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas del programa.

**Figura 6.12. Gestión de residuos líquidos - unidad sanitaria portátil**  
 Diagrama ilustrativo unidad sanitaria portátil

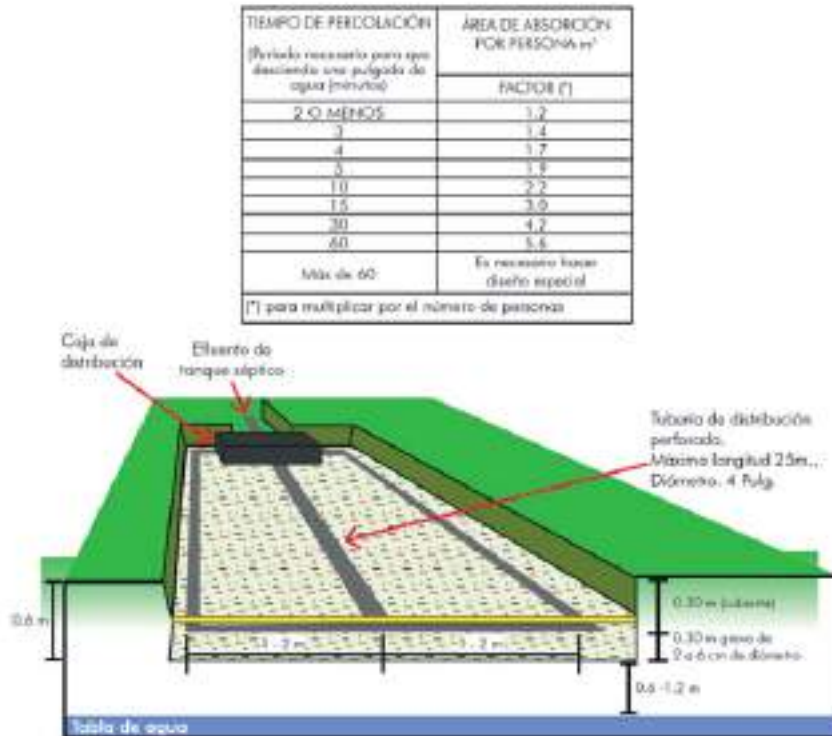


**Figura 6.13. Gestión de residuos líquidos - tanque séptico hermético**  
 Diagrama ilustrativo de tanque séptico hermético



Fuente: <https://www.alamy.es/imagenes/sistema-de-tanque-s%C3%A9ptico.html?sortBy=relevant>

**Figura 6.14. Campos de infiltración para sistemas de vertimiento autorizados**



Fuente: elaboración propia.

## 1. OBJETIVO

Precisar lineamientos para la gestión ambiental de combustibles y aceites usados generados por el proyecto.

## 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa, operativa y posoperativa.

## 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Cambios en las características fisicoquímicas del suelo
- Cambios en las características físicas y químicas del agua subterránea
- Cambios en las características físicas y químicas del recurso hídrico superficial
- Alteración de ecosistemas acuáticos
- Generación de conflictos por aprovechamiento y uso del agua.

## 4. CRITERIOS AMBIENTALES

### 4.1 Almacenamiento y manejo de combustibles

Se recomienda el correcto almacenamiento de combustibles y materiales peligrosos, de acuerdo con las regulaciones y las instrucciones del fabricante; adicionalmente, asegurar que se satisfagan los siguientes criterios:

- a. Suministro de combustibles para vehículos y equipos del proyecto mediante carrotanque que tenga incorporado sistema surtidor.
- b. En caso de que se habilite un tanque de almacenamiento de combustible, se recomienda que el tanque tenga doble pared; en caso de que no la tenga, se le deberá confinar en un dique de contención que debe tener un 110% del volumen del tanque de mayor capacidad.
- c. Impermeabilizar el área de suministro de combustible y adoptar mecanismos para el control de derrames.
- d. El tanque deberá estar señalizado y rotulado acorde con los lineamientos definidos en el Sistema Globalmente Armonizado-SGA; se habilitará la logística requerida de seguridad industrial para el manejo de la sustancia y prevenir incidentes operativos.
- e. El área donde se ubique el tanque de combustible debe estar cubierta o que se restrinja el ingreso de aguas lluvias en el dique.
- f. En caso de que se habilite un surtidor en el tanque de combustible, el área de suministro debe ser impermeabilizada. Así mismo, se debe habilitar un kit ambiental con los elementos para atender eventuales fugas de combustibles.
- g. El manejo de los combustibles deberá hacerse mediante tubería desde el tanque de almacenamiento y habilitar surtidores automáticos en los puntos de suministro.
- h. El manejo de combustibles en el frente de trabajo debe hacerse con jerricanes debidamente eti-

quetados con el sistema de transporte de la ONU y que cumplan con los requerimientos envases establecidos en Sistema Globalmente Autorizados - SGA.

- i. Las fugas y derrames de hidrocarburos o sustancias químicas que se presenten deben ser atendidas y controladas inmediatamente una vez detectados. Los residuos contaminados que se produzcan se deben recolectar, almacenar y gestionar, acorde con la normatividad vigente.

De otra parte, para minimizar la ocurrencia de eventos no deseados, se debe verificar que el transporte de combustibles cumpla con requisitos de seguridad y condiciones específicas para el transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas determinadas en la sección 8 del Capítulo 7, del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1079 del 2015 del Mintransporte. Se debe verificar que la empresa que realiza el transporte de sustancias peligrosas tenga radicado ante la autoridad ambiental competente el respectivo plan de contingencia.

## 4.2 Manejo de aceites y lubricantes

### Reabastecimiento

Para el manejo de los aceites lubricantes en el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta los siguientes lineamientos:

- a. Los aceites lubricantes utilizados deben ser almacenados en áreas cubiertas y, en la medida de lo posible, separados del área de almacenamiento de combustibles.
- b. Etiquetar los envases o contenedores de aceites lubricantes de acuerdo con el Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos – SGA, según lo define la Resolución 0773 de 2021 del MinTrabajo. Así mismo, debe habilitarse dique de contención que asegure la contención del 110% del recipiente de mayor volumen almacenado.
- c. Evitar habilitar infraestructura provisional para el almacenamiento de aceites lubricantes, en particular para los diques de contención deben permanecer durante el suministro o trasiego de la sustancia.
- d. Priorizar el uso de aceites sintéticos que permiten mayor tiempo de uso y, por ende, generación de menores volúmenes de desechos.
- e. Impermeabilizar el área de almacenamiento y suministro del aceite lubricante, utilizando tecnologías que disminuyan el riesgo de derrame en desarrollo de las labores de cambio de aceites de los generadores, maquinaria y equipos durante las actividades del proyecto.
- f. Efectuar los cambios de aceite de los vehículos en las áreas destinadas a talleres de mantenimiento o en talleres o estaciones de servicio ubicados en áreas urbanas.
- g. Para el cambio de aceite se dará preferencia al uso de bombas de vacío, en lugar del procedimiento convencional de drenaje o abastecimiento (flujo por gravedad).
- h. Los filtros de aceite que se cambien durante la operación deberán drenarse sobre un tambor metálico, provisto de rejilla y colocado bajo cubierta. El aceite drenado se vaciará en el depósito de aceite lubricante usado debidamente etiquetado.
- i. Capacitar adecuadamente al personal para enfrentar derrames accidentales de combustibles y lubricantes.

### 4.3 Manejo de aceites y lubricantes usados (ALU)

Los ALU se clasifican como residuos peligrosos según la normativa nacional, en la corriente de residuos Y8. Su gestión se debe realizar de acuerdo con los lineamientos establecidos en el “Manual Técnico para el manejo de aceites lubricantes usados de origen automotor e industrial”, publicado por MinAmbiente en 2014. A continuación, se brindan unas recomendaciones generales básicas para su manejo en las actividades del proyecto.

- Habilitar estructuras prefabricadas específicamente diseñada para el almacenamiento de los ALU, en lugar de habilitar infraestructura y diques provisionales (Ver figura 6.15).
- Señalizar y rotular debidamente el área de almacenamiento de ALU. Así mismo, debe habilitarse dique de contención que asegure la contención del 110% del recipiente de mayor volumen almacenado.
- Impermeabilizar y habilitar cubierta que restrinja el ingreso de aguas lluvias en la infraestructura habilitada para el almacenamiento de ALU.
- Ubicar elementos y kit de atención y limpieza en el área de almacenamiento y manipulación de ALU para que en caso de derrame sean oportunamente atendidos.
- Almacenar el ALU en los mismos recipientes en que fueron suministrados; procurar el uso de recipientes metálicos reutilizables.
- Almacenar los combustibles de desecho, aceites usados y solventes de manera apropiada, etiquetar y rotular el recipiente asegurando su debida identificación
- Propender por gestionar el ALU mediante operaciones de reciclaje (re-refinación) o en su defecto a través de operaciones de tratamiento para fines de valorización energética o de disposición. En cualquier caso, el gestor debe estar licenciado para dichos fines.
- Evacuar el ALU del área de trabajo tan pronto como sea práctico hacerlo y entregarlo a los gestores licenciados, asegurándose de obtener los respectivos certificados de gestión.
- En caso de que se requiera hacer un cambio de aceite en el frente de trabajo, una vez realizado el cambio de aceite, el recipiente con el residuo se evacuará hacia el campamento base tan pronto como sea práctico hacerlo.
- Adoptar medidas de prevención y mitigación durante las labores de mantenimiento de la maquinaria (cambio de aceite, cambio de filtros, reparaciones, etc.), con el fin de evitar contaminación del suelo y del recurso hídrico. Prever la habilitación de áreas al interior del campamento para realizar este tipo de operaciones con los equipos, maquinaria y vehículos que lo requieran.
- Realizar un manejo adecuado de los aceites, grasas y combustibles usados y generados por los equipos del proyecto, estableciendo medidas para el control de derrames en su almacenamiento.

**Figura 6.15. Caseta de almacenamiento de aceites usados**



Fuente: <https://www.conterol.es/es/contenedores-de-almacenamiento-para-sustancias-peligrosas/caseta-almacenamiento-para-2-grg-s.html>

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas del programa.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.9. GESTIÓN DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS

SIS-6-090

### 1. OBJETIVO

Evitar los riesgos de contaminación de los recursos naturales por el mal manejo de materiales peligrosos.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa, operativa y posoperativa.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Contaminación de suelos.
- Riesgos de afectación de la fauna y flora del área.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Las operaciones de sísmica requieren que algunos vehículos y generadores sean reabastecidos y mantenidos en el área del proyecto; durante estas labores pueden ocurrir pequeños derrames de combustible y químicos (pinturas, solventes, etc) que contaminen el suelo o las aguas superficiales y subterráneas. A continuación, se detallan algunas medidas que se deben observar para su manejo en desarrollo del proyecto:

- Controlar el abastecimiento y la manipulación de combustibles adoptando medidas de prevención y mitigación durante el transporte y el llenado de los tanques de combustible, almacenamiento y abastecimiento de vehículos y equipos.
- Ubicar el almacenamiento de combustible por encima de la cota máxima de inundación de cualquier cuerpo de agua aledaño.
- Evaluar, por parte de la operadora, el impacto y las medidas de manejo ambiental requeridas para minimizar el riesgo cuando el proyecto, debido a sus características, requiera necesariamente pasar sobre áreas de protección y conservación de los nacederos o rondas de cuerpos de agua.
- Atender y controlar inmediatamente, una vez detectados, las fugas y derrames de hidrocarburos o sustancias químicas (insecticidas y pesticidas, sustancias para tratamiento de aguas, sustancias de limpieza, desengrasantes, etc), que se presenten.
- Realizar los cambios de aceite de los motores preferiblemente en los campamentos o en lugares autorizados fuera del proyecto, evitando los derrames en tierra. En lo posible, se utilizará bomba

de accionamiento manual. Si el cambio se realiza en el sitio de trabajo, la operación de drenado se hará sobre una bandeja plástica o metálica y asegurando un área impermeable.

- Cubrir las instalaciones de almacenamiento de combustibles y aceites para evitar la acumulación del agua de lluvia en el área de contención.
- Conformar la brigada de emergencias y la brigada de control de derrames.
- Habilitar diques de contención de derrames en cada tanque de almacenamiento de combustibles o aceites, con capacidad de contención del 110 % del volumen de combustible almacenado.
- Habilitar un kit de derrames en sitios cercanos a las áreas de almacenamiento y abastecimiento, asegurando que el equipo incluya material absorbente, palas y bolsas de plástico.
- Identificar las áreas de almacenamiento de hidrocarburos y rotular los tanques bajo la reglamentación de las Naciones Unidas. Así mismo, disponer extintores según las especificaciones requeridas, en sitios cercanos para atención de emergencias.
- Inspeccionar los tanques de combustible y aceites de manera rutinaria en busca de fugas y asegurarse de que la persona responsable del abastecimiento o almacenamiento informe de cualquier fuga.
- Almacenar los combustibles en tanques por encima del nivel del suelo, para facilitar así la detección de corrosión y fugas.
- Realizar capacitación al personal sobre riesgos y manejo de las sustancias químicas.
- Ubicar el almacenamiento de combustible a una distancia segura cuesta abajo de los campamentos. Almacenar los combustibles de una manera que minimice el potencial de derrames y de afectación de cuerpos de agua.
- Informar los derrames o fugas de acuerdo con los procedimientos del operador o contratista y las obligaciones de reporte de contingencia establecidas en la normatividad ambiental.

### Reabastecimiento

Realizar las operaciones de reabastecimiento de combustible considerando:

- Colocar bandejas de goteo, material absorbente o cubetas de goteo debajo de las conexiones sin sellar durante el reabastecimiento de combustible.
- Evitar las operaciones de reabastecimiento de combustible de equipos y vehículos en áreas inundadas; en caso de que se prevea, se debe definir protocolo específico para realizar la labor dentro de la formulación de las MMA o el Plan HSE que presente el contratista, según aplique.
- Realizar el reabastecimiento combustible en una plataforma de concreto o en un área que haya sido compactada y cubierta con un material impermeable, siempre que sea posible.
- No llenar los vehículos y equipos portátiles a capacidad máxima del tanque; dejar espacio para asimilar la expansión y el movimiento del vehículo y equipo.
- Usar boquillas de cierre automático para la manguera dispensadora (similar a las que se usan en las estaciones de servicio).
- Asegurar que la persona que realiza el abastecimiento de combustible conozca la ubicación de los controles y procedimientos de apagado y que nunca abandone la operación de reabastecimiento.
- Realizar capacitación al personal que realiza el reabastecimiento de los vehículos en acciones requeridas para responder y contener un derrame de combustible
- Abastecer de combustible las embarcaciones (lanchas y botes) antes de zarpar y garantizar la autonomía para los recorridos programados sin tener que reabastecer.
- Abastecer los vehículos en los frentes de trabajo, y para ello contar con un vehículo cisterna provisionado con sistemas estándar de abastecimiento incorporados.

### Otros materiales peligrosos

- Las cargas de sismigel se consideran un “material peligroso”. Las actividades para su almacenamiento, uso y transporte están bien establecidas a nivel nacional por el Ministerio de Defensa y solo deben efectuarse por personal calificado.
- Los materiales peligrosos de labores de adquisición sísmica, aparte de los combustibles y aceites, incluyen solventes utilizados para limpiar equipos, baterías, pinturas y materiales de reparación de cables.
- Identifique los materiales peligrosos utilizados en las actividades del proyecto, e intente encontrar sustitutos menos peligrosos. Asegúrese de que los materiales peligrosos utilizados se manejen correctamente y que la información de seguridad proporcionada por el fabricante esté disponible el personal que lo utiliza.
- Mantener registros completos de compras, uso, almacenamiento, eliminación y derrames de materiales peligrosos de acuerdo con normatividad ambiental o de la empresa.
- No utilizar productos con CFC (clorofluorocarbono), utilice sustancias alternativas que no afecten la capa de ozono.
- Transporte, almacene, use y deseche las baterías de manera segura, especialmente litio y níquel cadmio.

## 5. RESPONSABILIDAD

Operador o contratista.

Versión 2 Octubre 2024	<b>6.10. MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y FLORA</b>	SIS-6-100
---------------------------	--	-----------

### 1. OBJETIVO

Precisar medidas de manejo de los recursos bióticos del área en el desarrollo de los proyectos de adquisición sísmica.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases operativas y posoperativas.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Alteración de hábitats y ecosistemas.
- Desplazamiento temporal de la fauna.
- Afectación de la flora del área.

## 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Las actividades se deben planificar procurando evitar afectar a los animales silvestres y sus hábitats siempre que sea realizable a un costo razonable. Cuando la interacción es inevitable, se deben tomar medidas para minimizar la afectación de los animales y el hábitat. Para las áreas del proyecto se debe realizar jornadas de inspección previa con personal calificado, con el fin de realizar identificación de áreas de alta sensibilidad ambiental para la fauna y flora y especies protegidas o en peligro. Procurar mantener las actividades alejada de las áreas de vida silvestre identificadas y evitar zonas activas de anidación, desove y alimentación.

El responsable del proyecto o contratista debe estar atento a la presencia de animales silvestres durante las actividades del proyecto e identificar actividades significativas de la vida silvestre en el área, así como establecer contacto con la Autoridad Ambiental Regional para articulación y conocimiento de protocolos para atención de fauna en emergencia que pudiese identificarse durante la ejecución de la sísmica. Se deben determinar las precauciones necesarias para limitar la perturbación de la vida silvestre del área, particularmente durante las temporadas de anidación, cría y migración. A continuación, se detallan algunas medidas de manejo que se deben observar en desarrollo del proyecto:

### Fauna

- Cuando sea realizable a un costo razonable, se deben realizar las operaciones de una manera que no se restrinja el movimiento de los animales ni afecte los patrones de comportamiento. Esta situación se debe analizar de manera particular para cada proyecto en el documento de medidas ambientales de manejo.
- Evitar o adoptar medidas preventivas y de mitigación necesarias cuando se desarrollen labores en áreas donde haya presencia de especies en peligro o amenazadas (Resolución MinAmbiente 0126 del 6 de febrero de 2024).
- Tener cuidado y tomar medidas para evitar que las líneas sísmicas habilitadas, modifiquen senderos de vida silvestre o sean utilizadas por labores pecuarias.
- Prohibir estrictamente la caza y/o la captura de fauna silvestre por el personal adscrito al proyecto o que se tomen como mascota.
- Prohibir la pesca para los trabajadores vinculados al proyecto.
- Prohibir captura de fauna silvestre por el personal adscrito al proyecto o que se tomen como mascota.
- Prohibir por parte de los trabajadores del proyecto la compra o recepción de fauna silvestre muerta para consumo, pieles o artefactos de cazadores locales, ya que esto puede alentar más la depredación de estos recursos.
- No permitir que los trabajadores del proyecto compren o acepten regalos que alienten a los locales a explotar la vida silvestre.
- Priorizar el ahuyentar la fauna silvestre que interfiera o invada áreas operativas, como segunda opción considerar la captura y reubicación de dicha fauna. Sacrificar individuos de la vida silvestre solo cuando se amenaza la vida humana y solo luego de agotar todos los elementos de disuasión posibles.
- Informar los incidentes y cualquier problema significativo con la vida silvestre a las autoridades ambientales del área.
- Realizar jornadas de inspección previas en las áreas a intervenir por el proyecto con personal calificado en manejo de fauna.
- Minimizar la perturbación de las zonas tradicionales de caza y pesca nativas.
- Asegurarse que el personal del proyecto conozcan las características de la vida silvestre local y reconozcan los signos de enfermedades transmitidas por animales, como la rabia, el moquillo, etc.

- Procurar mantener las actividades alejadas de las áreas de vida silvestre identificadas y evitar zonas activas de anidación, desove y alimentación.
- Mantener personal capacitado y los equipos requeridos para realizar la captura y reubicación de las especies de fauna que pongan en peligro al personal del proyecto o la manipulación de la fauna afectada directamente por las actividades.
- Durante las labores operativas en campo se debe estar alertas a la presencia de animales salvajes durante las actividades geofísicas, procurando generar el menor disturbio o alteración en el hábitat de los mismos.
- Es necesario consultar a las autoridades ambientales locales, expertos y a la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), para obtener información al inicio del proceso de planificación del proyecto. Puede ser necesario ajustar las actividades previstas debido a los efectos sobre la vida acuática, particularmente con respecto a las fuentes de energía, cables de registro, ocupaciones de cauce y cruces.

### Flora:

Los proyectos sísmicos pueden llegar a afectar la cobertura vegetal, las áreas boscosas y su equilibrio, en casos que no se tomen las medidas ambientales requeridas. Las personas y los vehículos del proyecto deben evitar la afectación de especies catalogadas en riesgo (Res. 1912 del 2017). Si se reporta que tales especies o individuos existen en el área del proyecto, se debe realizar la identificación del área o protección del individuo identificado, restringir su intervención por actividades del proyecto y realizar la capacitación respectiva al personal del proyecto sobre su identificación y protección. Adicionalmente, se debe considerar la aplicación de las siguientes medidas:

- Obtener el permiso de aprovechamiento forestal previsto en la normatividad, cuando las actividades operativas requieran el aprovechamiento especímenes de la flora (DAP > a 10 cm o >= a 10 cm en bosque seco tropical o similar).
- Capacitar al personal en el reconocimiento de especies en amenaza o peligro o incluidos en el libro rojo de plantas de Colombia, que se identifiquen están presentes en el área de trabajo.
- Disponer de personal idóneo que faciliten la identificación de las especies en peligro y acompañen la aplicación de las medidas de manejo requeridas.
- Evitar la afectación directa de las plantas en riesgo, las cuales deben estar debidamente identificadas en terreno cuando estén aledaña a la línea sísmica.
- Consultar con la comunidad del área del proyecto la existencia y ubicación de las especies de plantas en riesgo.
- Informar a las autoridades ambientales en caso de que por actividades del proyecto se hayan afectado especies en peligro.
- Realizar, tanto al inicio como al término del proyecto, el lavado de los equipos para evitar transportar semillas o esquejes de plantas a áreas donde no son nativas.
- Minimizar las áreas intervenidas en desarrollo de las actividades del proyecto, procurando disminuir la afectación de la flora del área del proyecto.

## 5. RESPONSABILIDAD

El contratista de sísmica es el responsable de poner en ejecución las medidas de manejo señaladas en esta sección.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.11. CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE HELIPUERTOS Y ZONAS DE DESCARGA

SIS-6-110

### 1. OBJETIVOS

Minimizar los impactos ambientales asociados al desarrollo de operaciones helicoportadas. Seleccionar la mejor alternativa teniendo en cuenta criterios ambientales para localización de helipuertos y zonas de descarga.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa y operativa.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Pérdida de cobertura vegetal.
- Incremento local de niveles de ruido.
- Activación de procesos erosivos.
- Generación de gases y partículas en suspensión.
- Afectación de los hábitats de la fauna silvestre.

### 4. ACCIONES A DESARROLLAR

Las acciones por desarrollar se encuentran consignadas en la figura 6.16; teniendo en cuenta las implicaciones de la decisión de localización, el ejercicio de ubicación debe ser desarrollado conjuntamente entre la compañía de sísmica, la compañía que presta el servicio de transporte aéreo y la interventoría ambiental.

**Figura 6.16. Construcción y operación de helipuertos**

Fuente: elaboración propia.

## 5. CRITERIOS AMBIENTALES

- a. El número de helipuertos y zonas de descarga se restringirá al mínimo requerido operacionalmente, se obliga a que el contratista de sísmica optimice la logística de apoyo y la planeación integral de las actividades. Siempre debe prevalecer los criterios de seguridad aérea en la prestación del servicio.
- b. Tener claridad del análisis histórico de eventos y emergencias y las zonificaciones de riesgo para el área donde se ubique el helipuerto. Por ejemplo, sin son áreas sensibles a movimientos en masa, inundaciones o avenidas torrenciales.
- c. En zonas de bosque denso la distancia mínima entre campamentos debe ser la mayor posible que cumpla con requerimientos operativos (aproximadamente 5 Km) incluyendo los helipuertos. Para zonas de descarga de material y equipo mediante helicópteros, la distancia entre la ubicación de un punto y otro será la mayor que operativamente se pueda considerar (recomendable entre 500 metros a 1 kilómetro).
- d. La ubicación de helipuertos y zonas de descarga (DZ) con eslinga se hará con criterios de protección ambiental, mínima afectación del suelo, flora, fauna y la comunidad.
- e. Las zonas de descarga con eslinga se establecen a intervalos más seguidos que los helipuertos a lo largo de la línea sísmica. Las cuerdas deben estar reforzada en cables de 30m a 40m o más largo que permiten descender el equipo en espacios naturales o aberturas en el bosque sin la necesidad de aterrizar. Esta técnica reduce el ruido y los impactos del viento, y reduce la necesidad de abrir más helipuertos.
- f. Para habilitación de helipuertos y zonas de descarga se aprovecharán en lo posible las áreas que se encuentran desmontadas previamente o con escasa vegetación, o las que estén ocupadas por vegetación herbácea, pastos limpios o rastrojos.
- g. Aprovechar la topografía del terreno más favorable con el fin de evitar el descapote, movimiento de tierras y trabajos de nivelación.
- h. Minimizar el tamaño de las áreas a ser intervenidas, sin sacrificar condiciones de seguridad de la operación. Cuando se construya en zonas boscosas, las dimensiones sugeridas serán las indicadas en la figura 6.17 y Tabla 6.9.

- i. Ubicar lo más alejadas que sea posible las zonas de descarga de las áreas con bosque denso, se recomienda determinar una distancia de retiro que minimice el disturbio en de dichas áreas. Las dimensiones de las ZD es un área despejada de 5\*5 mts y un área despejada que no sea inferior a 30\*30 mts a nivel del obstáculo más alto (ver figura 6.17).
- j. Localizar helipuertos en claros existentes, áreas de crecimiento secundario o áreas donde no hay árboles de gran porte. Las orillas de los valles de los ríos, (manejando las distancias de protección a la ronda), y las colinas minimizan la magnitud de la intervención., procurar ubicarlos lo más cercanas a intersecciones de las líneas sísmicas.
- k. Reutilizar los campamentos como helipuertos (por ejemplo, use el campo de vuelo de inspección como helipuerto más adelante o áreas habilitadas por campañas anteriores u otras actividades).
- l. Verificar que los helipuertos habilitados no interfieran con el drenaje natural de las áreas intervenidas.
- m. Emplear en los sitios de ubicación de los helipuertos una señalización que alerte a la población aledaña de los peligros. Tomar las medidas de delimitación del área para que los semovientes, se mantengan alejados del helipuerto.
- n. Se recomienda hacer uso de helicópteros de última generación (modelos recientes), que incorporen tecnologías que disminuyan el ruido generado en los alrededores de las áreas de operación (Consulte al subcontratista de aviación).
- o. Las medidas de los Helipuertos o DZ se deben tomar de acuerdo con la Norma IOGP (International Association of Oil & Gas Producers) y el Reglamento Aeronáutico de Colombia, teniendo en cuenta el tipo de aeronave que se prevea utilizar.
- p. Seleccionar equipos que atiendan específicamente las necesidades operativas, en lo posible requieran menores áreas de operación para el tamaño de despeje de la vegetación. Se sugiere que las medidas deben ser TLOF 15x15 mts y el ancho mínimo de un área FATO debe ser 2.5 veces la longitud del helicóptero más largo que se piense utilizar con los rotores girando. La distancia mínima entre helipuertos sea la mayor que los requerimientos operativos lo permitan.
- q. Se recomienda una altura de vuelo mínima sobre las áreas de interés no menor de 1000 ft de altura y así evitar afectación a la fauna, especialmente aves. Estos vuelos serán programados para minimizar las alteraciones en los ecosistemas y de las especies faunísticas sensibles del área.
- r. Ubicar los helipuertos y hacer el diseño de rutas de vuelo tomando en consideración el minimizar la perturbación de la vida silvestre o áreas con alta sensibilidad ambiental.

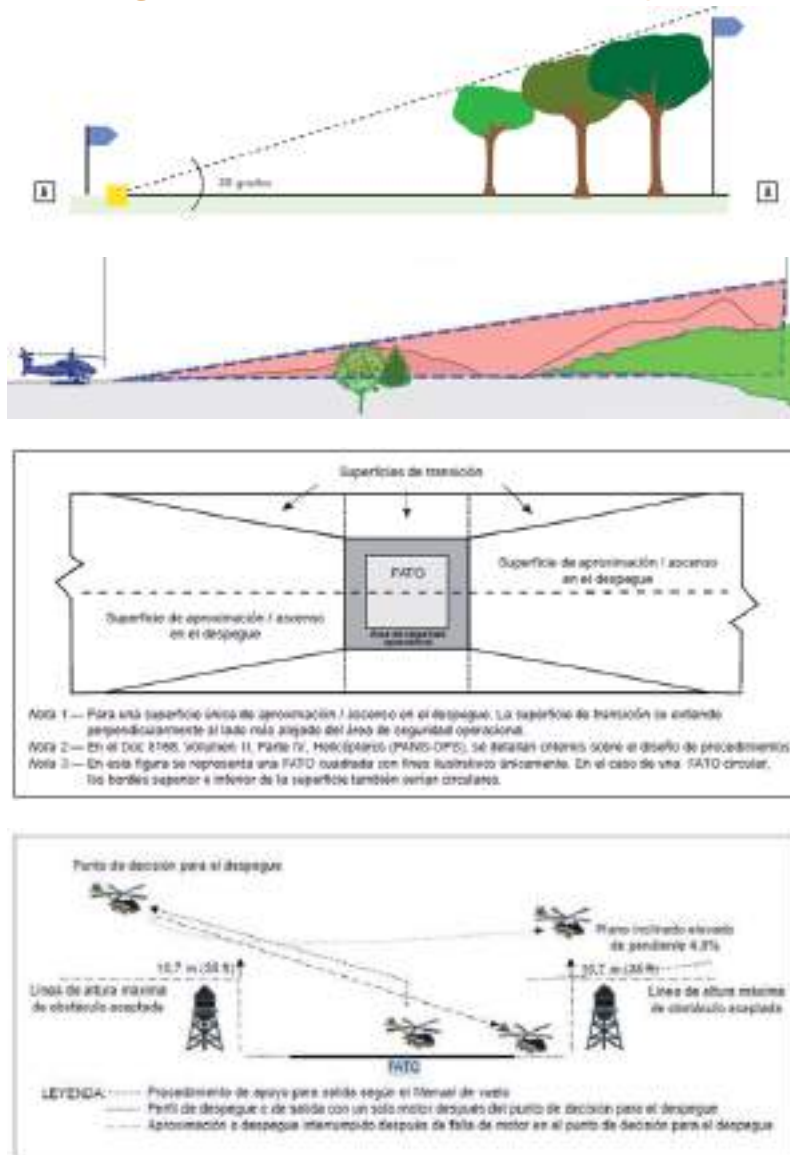
### DEFINICIONES

- Helipuerto. Aeródromo o área definida sobre una estructura destinada a ser utilizada, total o parcialmente, para la llegada, la salida o el movimiento de superficie de los helicópteros.
- FATO. Área de Aproximación Final y Despegue.
- OACI. Organización de Aviación Civil Internacional.
- IOGP. Asociación Internacional de Productores de Gas & Petróleo.
- RAC. Reglamento Aeronáutico de Colombia.
- TLOF. Área de Toma de Contacto y de Elevación Inicial.
- DZ. Zona de Descarga.

## 6. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

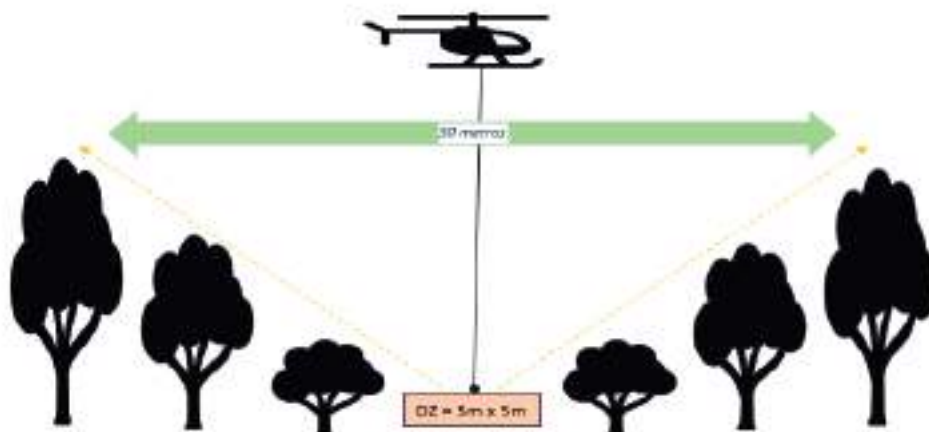
Figura 6.17. Dimensiones helipuertos y DZ



DIM	ITEM	VALOR
A	Ancho mínimo del TLOF	1 diámetro del rotor pero no menos de 50 pies (15 metros)
B	Largo mínimo del TLOF	1 diámetro del rotor pero no menos de 50 pies (15 metros)
C	Ancho mínimo de FATO	2½ veces la longitud del helicóptero mas grande que se piense utilizar con los rotores girando, pero no menos de 100 pies (30 metros)
E	Largo mínimo de FATO	2½ veces la longitud del helicóptero mas grande que se piense utilizar con los rotores girando, pero no menos de 200 pies (60 metros)
F	Separación mínima entre los perímetros de TLOF y FATO	¼ del valor D del helicóptero - ¼ del valor D con los rotores girando
G	Ancho mínimo de área de seguridad	½ del valor D con los rotores girando, pero no menos de 30 pies (9 metros)

Fuente: Ecopetrol, 2021.

Figura 6.17. Dimensiones helipuertos y dz (Continuación...)



Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.9. Dimensiones de helicópteros y del FATO

HELICOPTEROS DISPONIBLES			
EQUIPO	DIAMETRO R/P	LARGO TOTAL	FATO IOGP/420 6.3.2.
MD500D (MM)	8.02 metros	9.23 metros	23.06 metros
MD530F (MM)	8.37 metros	9.75 metros	24.3 metros
BO105s	9.84 metros	11.86 metros	29.65 metros
EC135	10.2 metros	12.16 metros	30.4 metros
AS350 B3 (MM)	10.69 metros	12.94 metros	32.35 metros
AS355	10.69 metros	12.99 metros	32.47 metros
BK117	11 metros	13 metros	32.5 metros
EC145	11 metros	13 metros	32.5 metros
BHT206 L3 (MM)	11.28 metros	14.52 metros	36.3 metros
AW139	13.80 metros	16.66 metros	41.65 metros
BHT412EP	14.2 metros	17.02 metros	42.55 metros
BHT212	14.63 metros	17.4 metros	43.5 metros
MI08MTV-1	21.3 metros	25.2 metros	63 metros
MI 171	21.3 metros	25.3 metros	63.25 metros

Fuente: Ecopetrol, 2021.

- Recomendación. — El ancho de la zona libre de obstáculos (FATO) para helicópteros no debería ser inferior a la del área de seguridad operacional correspondiente.
- Recomendación. — El terreno en una zona libre de obstáculos para helicópteros no debería sobresalir de un plano cuya pendiente ascendente sea del 3% y cuyo límite inferior sea una línea horizontal situada en la periferia de la FATO.
- Recomendación. — Cualquier objeto situado en la zona libre de obstáculos que pudiera poner en peligro a los helicópteros en vuelo debería considerarse como obstáculo y eliminarse.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.12. ACTIVIDADES DE TROCHA (PICA) Y TOPOGRAFÍA

SIS-6-120

### 1. OBJETIVOS

Definir normas mínimas recomendables para la apertura de trochas, de conformidad con las buenas prácticas de manejo ambiental. Incluye también el manejo y disposición de los residuos (cortes de vegetación) generados al realizar esta actividad.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase operativa.

### 3. IMPACTOS AMBIENTALES A PREVENIR O MITIGAR

- Afectación de la cobertura vegetal
- Alteración de hábitats de la fauna terrestre y acuática.
- Creación de nuevos accesos que conlleven al aprovechamiento de los recursos naturales.
- Deterioro de las rondas y cuerpos de agua por los cruces en las intersecciones con las líneas sísmicas.
- Generación de fenómenos de erosión y áreas inestables.
- Generación de ruido.
- Cambios en la calidad del agua.

El retiro de flora para habilitar las líneas de sísmica cerca de los cuerpos de agua puede aumentar la sedimentación y afectar las poblaciones de peces. La actividad de despeje de trochas y picas puede afectar la flora y perturbar la vida silvestre del área. La comunidad puede utilizar las líneas para obtener acceso a nuevas áreas, facilitando fenómenos de caza y colonización en lugares con alta sensibilidad ambiental. Finalmente, los tramos despejados (trochas) pueden facilitar la cacería de los animales que están abajo en la cadena alimenticia.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Se deben habilitar las áreas necesarias para el desarrollo de las actividades de sísmica tales como: actividades de corte y nivelación en topografía y habilitación de trocha y variantes. Como criterio fundamental se debe procurar disminuir la afectación de la cobertura vegetal en el área intervenida.

#### 4.1 PARA LA PICA

La apertura de las trochas se adelantará tomando en consideración los lineamientos que se indican a continuación:

- Cuando las condiciones sean favorables, realizar labores de topografía utilizando tecnología GPS o inercial que puede reducir significativamente la cantidad requerida de limpieza de línea al incrementar la precisión de ubicación.

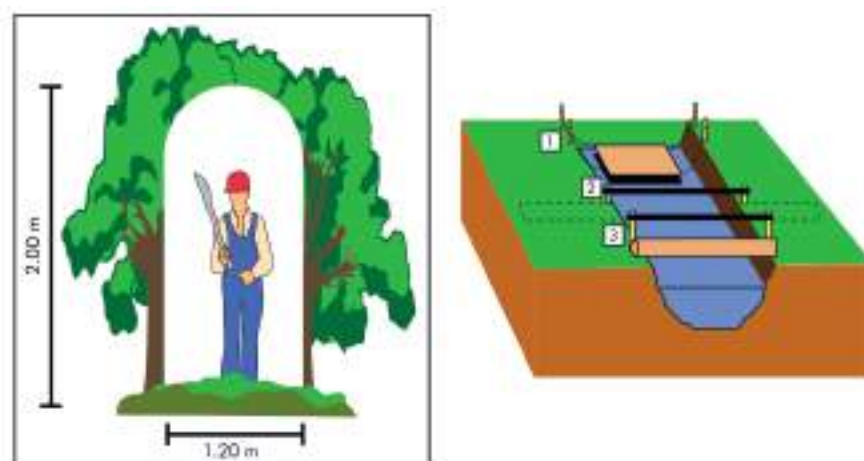
- b. El ancho máximo de la trocha o pica será de 1,5 m en las áreas de bosque abierto y de galería, vegetación arbustiva y rastrojos y de 1,2 m en el bosque denso o primario. Este lineamiento se aplicará siempre y cuando se garantice el tránsito seguro y suficiente para el desplazamiento de los operarios con sus equipos y materiales.
- c. En el caso de la habilitación de accesos para los vibros en zonas de pastos, pastos arbolados o con vegetación arbustiva, entre otros, se adelantará siempre y cuando no implique realizar aprovechamiento forestal y no podrá ser habilitado más allá de lo requerido para el paso de estos equipos
- d. El corte de vegetación se hará preferiblemente con herramientas manuales o mecanizadas portátiles; no se permitirá el uso de maquinaria pesada para el corte o aprovechamiento forestal. En caso de áreas con autorización de aprovechamiento forestal, se hará utilizando equipos mecanizados portátiles.
- e. Dejar la capa superficial del suelo, las raíces y las semillas en las áreas alrededor de los puntos fuentes y receptoras, para fomentar una mejor regeneración. Dejar en su lugar a lo largo de la línea la vegetación más pequeña, asegurando una superficie segura para caminar.
- f. El corte (remoción) de vegetación debe limitarse estrictamente al ancho de la trocha y a las necesidades mínimas de espacio para el ingreso de personal y equipos según tipo de cobertura.
- g. Utilizar manilas provisionales o escalones en pendientes pronunciadas para evitar la erosión y proporcionar una base segura para la cuadrilla. Evite crear caminos bien definidos que contribuyan a la erosión.
- h. La tala de árboles con un diámetro a la altura de pecho - DAP < a 10 cm no requiere permiso de aprovechamiento, salvo que el árbol este en una lista que lo catalogue en riesgo o se esté en presencia de bosques secos tropicales. Se recomienda que para la intervención en áreas de bosques secos tropicales y similares se definan medidas de manejo diferenciadas para la adecuación de la trocha minimizando el impacto sobre estas áreas.
- i. Cuando se encuentren árboles que sobrepasen un DAP > 10 cm, los puntos fuentes y receptoras que se ubiquen por la topografía los evitará, o de lo contrario solicitar el permiso de aprovechamiento forestal correspondiente ante la autoridad ambiental, de acuerdo con la legislación ambiental vigente.
- j. Cuando se encuentren especies vegetales endémicas o en peligro de extinción, la comisión topográfica debe evitar su intervención y/o la cuadrilla que realiza la pica deben ser orientados en su manejo por un profesional de la temática forestal.
- k. Siempre que sea posible se harán trochas tipo túnel en las cuales la remoción de vegetación se limitará un ancho máximo de 1,2 a 1,5 m según corresponda, con altura máxima de 2 m (Ver figura 6.18). Implica el corte o amarre de ramas bajas hasta lograr la altura deseada. Esta técnica será obligatoria cuando se transite a través de la vegetación asociada a cuerpos de agua.
- l. Antes de cortar la vegetación, especialmente cuando se trabaje en áreas de minorías étnicas, tomar en consideración su valor social, económico y cultural.
- m. En áreas sensibles o de alto valor ambiental, ubicar cercos o señales para limitar el uso de los caminos de acceso, por parte de personal del proyecto y personas ajenas a la actividad de exploración sísmica.
- n. Cuando la línea sísmica cruce o se encuentre con vías o caminos de acceso, revisar si es factible desviarla (según sea económicamente posible) o adoptar medidas para evitar penetración de colonos a través de ella.
- o. Para áreas poco intervenidas o de bosque denso se debe evitar generación de grandes líneas rectas de despeje de la vegetación, procurar dibujar curvas en desarrollo de labores operativas que limiten la visión de los tramos intervenidos y haciendo desvíos (dog -legs) inmediatamente después del cruce de caminos y vías, con el fin de evitar procesos de colonización o actividades que afecten la fauna y flora del área por la comunidad.

- p. Explicar a los trabajadores los riesgos de fumar y los controles y restricciones que se implementarán para la prevención de incendios en desarrollo de las labores.
- q. Restringir la creación de nuevas rutas o vías de acceso para evitar la migración de personas a áreas menos desarrolladas.
- r. Asegurar que los broches o talanqueras que se encuentren cerrados se vuelvan a cerrar después de pasar por ellos y así se mantenga la integridad de las cercas para que el ganado no pueda pasar.
- s. Asegurar que se mantenga el equilibrio en el ambiente circundante cuando se desarrollen actividades en áreas de manglar. Se debe tener en cuenta que las raíces de los pastos o vegetación del pantano controlan el flujo de agua.
- t. Evitar cortar ramas y tallos en zonas de cultivos; en su lugar, se deben amarrar para realizar las labores de trocha y, una vez terminadas, deben soltarse.

#### 4.2 DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DE CORTE

- a. No realizar aprovechamiento de vegetación sobre el derecho de paso de tuberías, senderos o cuerpos de agua, procurar cortar y dispersar las ramas para asegurarse que caigan al suelo. El contacto con el suelo acelera la descomposición.
- b. El material vegetal aprovechado se utilizará para fabricar las estacas y demás elementos de madera requeridos en el proyecto, siempre y cuando se encuentre autorizado en el permiso de aprovechamiento forestal. En caso de no realizarse aprovechamiento forestal en el proyecto se debe priorizar uso de elementos metálicos reutilizables.
- c. La selección del sitio y del método de disposición del material de corte sobrante se hará considerando el riesgo de incendio. Se evitará colocar el material vegetal removido durante la pica, a una distancia inferior a los 50 m de los cuerpos de agua.
- d. Eliminar las obstrucciones generados por el material vegetal y restaurar los drenajes naturales. Si es necesario el material vegetal aprovechado, debe ubicarse a los lados de la trocha o acceso en hilera, para actuar como una trampa de sedimentos y reducir la erosión.
- e. Prever que no haya interferencia con la revegetalización espontánea y la regeneración natural del área afectada, ni con los trabajos de restauración que deben ser emprendidos una vez se realice la prospección.
- f. El contacto con el suelo acelera la descomposición del material vegetal removido, adicionalmente, los árboles pueden convertirse en “escaleras de combustible” si se dejan en posición vertical cuando se cortan, por lo que se debe evitar esta práctica.
- g. Para reducir el riesgo de incendio, no apilar la vegetación aprovechada contra los árboles en pie. La quema de vegetación o del material vegetal cortado no es una medida ambientalmente aceptable.
- h. Asegúrese de dejar lo más compacto posible el material vegetal aprovechado, esto fomentará la descomposición. Alternar hileras de material vegetal a los lados opuestos de la línea para permitir el acceso y que sirvan de cortafuegos.

**Figura 6.18. Dimensiones de trocha (pica) en áreas boscosas y cruce cuerpos de agua**



Fuente: elaboración propia.

### 4.3 CRUCE DE CUERPOS DE AGUA

Los tipos de cruces de arroyos incluyen vadeo, puentes de madera, alcantarillas, canoas y botes. Los cruces de cuerpos de agua dependerán del terreno y del equipo que se utilice. Los cruces de cuerpos de agua por las líneas sísmicas y la colocación de estructuras temporales para facilitar la operación deben tener en consideración los siguientes lineamientos:

- a. Al hacer cruces de cuerpos de agua, se debe tener cuidado de no alterar permanentemente las condiciones naturales del cauce. Las interrupciones para controlar son el aumento de sedimentos en la corriente, el bloqueo de la migración de peces, la disposición de la vegetación en el cauce y afectaciones permanentes en el cauce o su caudal.
- b. No construir más de un cruce en la intersección de la línea con cualquier cuerpo de agua, excepto en cauces meándricos y en situaciones especiales (sísmica 3D o 4D), verificando que estos se encuentren a suficiente distancia del uno del otro y se habiliten en franjas con poca vegetación.
- c. El equipo automotor de apoyo deberá transitar en lo posible sólo por vías pre-existentes, no se permitirá el tránsito vehicular a lo largo de los cuerpos de agua.
- d. El cruce se hará en ángulo recto con la corriente para evitar el deterioro de las márgenes del cuerpo de agua.
- e. Evitar al máximo la desestabilización de las orillas para no inducir procesos erosivos, la contaminación con sólidos y la sedimentación del cauce. Si estos fenómenos ocurren por causa del cruce o dado el caso la detonación de cargas, el contratista procederá de inmediato a efectuar los correctivos del caso y comunicarlo a la autoridad competente.
- f. Solo se colocarán estructuras temporales para facilitar los cruces, y estas serán removidas después de su utilización por la última cuadrilla (Ver figura 6-18).
- g. Ubicar las estructuras temporales que facilitan los cruces por encima de la cota máxima de inundación, dejando un espacio suficiente para permitir el paso del material flotante y ser removidas una vez que finalizadas las labores en el área.
- h. Aplicar para los cruces de vehículos sobre quebradas o canales naturales o artificiales, las medidas que mitiguen el impacto por sedimentación del cauce, la erosión de la ribera del cuerpo de agua y alteración de la calidad del agua.
- i. Causar la menor perturbación posible a la vegetación de la ribera de las quebradas y cauces de agua intervenidos.

- j. El vadeo superficial es simplemente encontrar un lugar bueno y seguro en el cuerpo de agua. Los cruces de corrientes existentes deben usarse siempre que sea adecuado. Los objetivos clave son reducir la perturbación de sedimentos en la corriente y la erosión potencial de la ribera.
- k. Búsqueda de lugares para vadear cuerpos de agua donde:
  - El agua no es demasiado profunda y tiene un lecho de corriente firme o de grava.
  - Realizar el menor retiro posible de la vegetación de las riberas del cuerpo de agua.
  - Verificar que las perturbaciones de sedimentos no afectarán puntos de captación o a los peces inmediatamente aguas abajo.
  - Minimizar la cantidad de vados creados utilizando cruces existentes cercanos y realizando una buena planificación diaria.
  - Asegurarse de que los accesos no alteren permanentemente el drenaje natural de la corriente. Si es necesario, establezca el acceso al cauce con un material granular limpio y grueso o con tabloncillos de madera o guías metálicas.
  - Puede ser necesario restaurar inmediatamente las orillas del arroyo o río una vez que el vado ha cumplido su propósito.
- l. Los puentes de troncos son alternativa para habilitar el cruce de quebradas de equipos pesados. En cualquier caso, debe retirarse del lecho de la quebrada al finalizar las labores.
- m. Los puentes de madera son opciones para cruzar pequeños arroyos y pantanos para garantizar la seguridad del personal. Sin embargo, se deben apoyar lo más lejos posible de las riberas, mantener una altura mínima respecto del nivel del agua, y cuidar la materialización de efectos ambientales secundarios adversos. Por lo tanto, los puentes deben eliminarse de acuerdo con el plan de restauración.
- n. La madera producto de aprovechamiento forestal autorizado para el proyecto puede ser utilizada en la construcción de los puentes; de lo contrario, la madera a utilizar debe provenir de sitios registrados ante la autoridad ambiental.
- o. Los cruces con lanchas o canoas presentan menores problemas ambientales. Se debe verificar una profundidad de agua adecuada para minimizar los efectos sobre la vida acuática. Se deben habilitar condiciones para el acceso y el atraque para evitar la erosión de las riberas y tomar medidas para evitar la fuga de combustibles y aceites.

#### 4.4 TOPOGRAFÍA

- a. Verificar que los retiros establecidos en la presente Guía se cumplan para la ubicación de los puntos fuente.
- b. La reubicación de las fuentes por presencia de áreas biológicamente sensibles (ABS), debe cumplir con los parámetros establecidos en esta etapa de topografía, teniendo en cuenta que los mismos serán materializados en dicha fase (ver ficha 6.120 para el detalle).
- c. Las áreas sensibles ambientalmente identificadas deben ser corroboradas en campo, en la medida de las posibilidades, por el equipo de especialistas, desde la fase temprana del proyecto, hasta la terminación de las actividades en campo.

#### 4.5 PRESERVACIÓN DE VALORES CULTURALES

El patrimonio cultural de la nación está especialmente protegido por la legislación colombiana. En consecuencia, la exploración sísmica terrestre debe prever:

- La preservación de valores en aquellas áreas de interés arqueológico que puedan encontrarse a lo largo de la línea sísmica. En áreas identificadas con alto potencial arqueológico, es conveniente que

un profesional experto realice un reconocimiento previo a lo largo del trazado sísmico y durante las labores de perforación. Se debe capacitar al personal sobre los procedimientos a seguir en caso de hallazgos. Para realizar los rescates del patrimonio cultural, se deben seguir los lineamientos de la legislación colombiana vigente.

- En territorios pertenecientes a minorías étnicas se debe evitar la intervención de las áreas sagradas o ceremoniales, así como otros sitios de interés cultural, salvo que se llegue a una concertación con las comunidades.

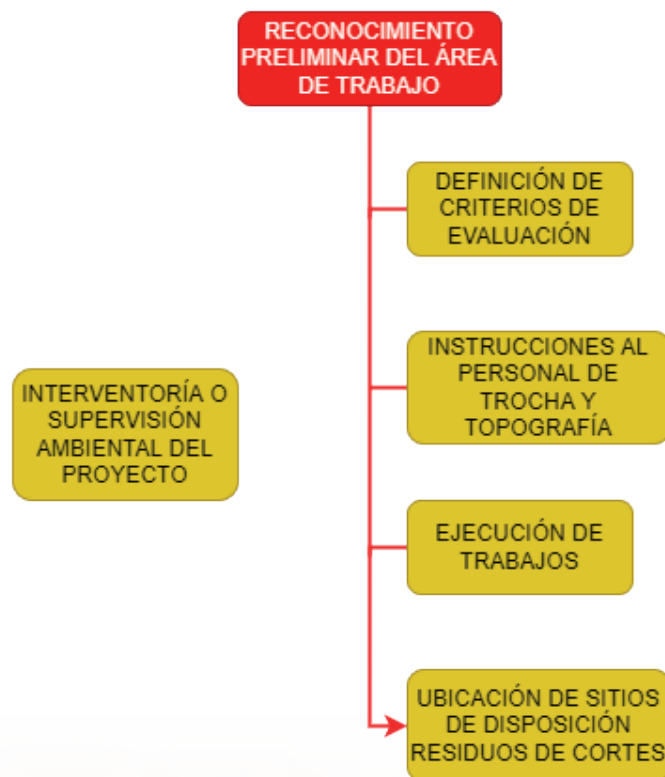
## 5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Las actividades a desarrollar para poner en práctica los criterios ambientales señalados, se indican en la figura 6-19.

## 6. RESPONSABILIDAD

La operadora y contratistas del proyecto.

Figura 6.19. Gestión ambiental para la apertura de trochas



Fuente: elaboración propia.

## 6.13. MANEJO AMBIENTAL DE LA PERFORACIÓN

### 1. OBJETIVOS

Prevenir la ocurrencia de impactos ambientales asociados a la perforación de los pozos para la colocación de cargas.

### 2. IMPACTOS AMBIENTALES PARA PREVENIR O MITIGAR

- Afectación de la estabilidad del terreno y pendientes
- Generación de procesos erosivos.
- Daños en la infraestructura de interés socioeconómico.
- Alteración o modificación de los parámetros de calidad del agua en cuerpos de aguas superficiales y subterráneos.
- Demanda y contaminación del agua superficial.
- Generación de ruido ambiental.
- Contaminación del suelo.

### 3. CRITERIOS AMBIENTALES

La gestión ambiental incluye el minimizar el área de la superficie afectada por las operaciones de perforación de pozos, la protección de acuíferos someros y el tacado adecuado. Si al realizar la perforación se evidencia flujo de agua, es posible haber penetrado en un acuífero o en la tabla de agua, requiriéndose cuidado para preservar su integridad. Entonces, se requerirá aplicar procedimientos especiales, si se identifican riesgos de afectación del agua subterránea de los acuíferos someros.

#### Tecnología disponible

Para realizar la perforación de los puntos fuente se cuenta, entre otras, con la siguiente tecnología (ver **figura 6.20**):

- Taladros manuales
- Taladro hidráulico oruga Track Drill

En perforación, se tienen también martillos neumáticos de fondo que facilitan este proceso en zonas en donde la roca es consolidada y en algunos lugares con clastos aluviales o coluviales. Adicionalmente, se usan taladros L.I.S. (Low Impact Seismic – Sísmica de Bajo Impacto) que son más pequeños, requieren de líneas más angostas, fáciles de maniobrar y operar, y causan un menor impacto al ambiente.

**Figura 6.20. Alternativas tecnológicas para el desarrollo de la perforación de pozos de disparo**



Fuente: Ecopetrol, 2021.

### Actividades previas a la perforación

De acuerdo con los retiros previstos en la tabla de la sección SIS-6-130 Activación de Fuentes Sísmicas Tipo Sismigel y Registro, donde se establecen las distancias horizontales mínimas requeridas desde la fuente de energía, se deben verificar las siguientes condiciones en terreno:

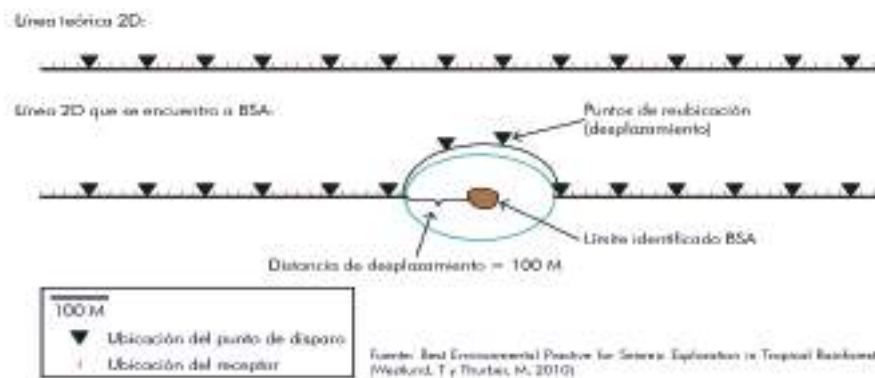
- Verificación y actualización de infraestructura social (viviendas en ladrillo, cemento, adobe, madera, y bahareque, estructuras en concreto, vías, carreteras, tanques de agua, acueductos municipales y veredales junto con su infraestructura asociada, entre otros), haciendo los ajustes a la gestión ambiental acorde con las medidas previstas del documento de medidas de manejo ambiental.
- Validación y actualización de cuerpos de agua e infraestructura asociada (aljibes, cuerpos lóticos, cuerpos lénticos, jagüeyes, pozos de agua, nacederos, estanques piscícolas y bocatomas, entre otros), haciendo los ajustes que sean pertinentes respecto del momento cuando se formuló el documento de medidas de manejo ambiental.
- Validación y actualización de las áreas sensibles ambientalmente (zonas de ronda, áreas de protección, humedales, reservas, parques, etc.).
- Validación y actualización de infraestructura de tipo industrial (oleoductos, gasoductos, tanques de almacenamiento de hidrocarburos, torres de alta tensión, entre otros).
- Procurar que previo al inicio de las actividades de perforación se hayan realizado las actas de vecindad (bienes inmuebles, elementos ambientales y sociambientales), identificando inventario y estado actual de la infraestructura social existente (registro fotográfico). No obstante, se debe garantizar contar con estas actas previo a la etapa de registro.
- Las áreas sensibles ambientalmente identificadas en los estudios ambientales deben ser corroboradas en campo y contar con medios para identificar nuevas áreas en desarrollo de las actividades de campo, para lo cual se debe contar con un equipo de especialistas en áreas de biología y gestión forestal que permitan su identificación temprana, delimitación y manejo respecto de las actividades de adquisición sísmica.
- Las áreas sensibles o de alto valor ambiental deben ser identificadas y divulgadas a los trabajadores del proyecto de adquisición sísmica para evitar su ingreso.
- Replanteamiento de la malla o líneas de sísmica sobre áreas sensibles aplicando los criterios de manejo establecidos a continuación:

Una buena práctica ambiental ha sido el establecimiento de retiros para Áreas Biológicamente Sensibles (ABS), tal como se muestra en la Figura. 6-21, precisando que la distancia de desplazamiento de 100 metros puede ser

ajustada según la tecnología que se emplee, el diseño sísmico y las condiciones del área. Las ÁBS son pequeños hábitats de uso intensivo de recursos animales o de existencia de especies de importancia ambiental o lugares que son de importancia para mantenimiento del ecosistema, así mismo, este mismo criterio se puede aplicar considerando los retiros definidos de la Tabla 6-11 y 6.12, cuando apliquen.

En las áreas boscosas (en particular en la Amazonia u Orinoquía), como ejemplos de las ABS, están los lamederos de arcilla que son afloramientos naturales que se consumen para neutralizar las semillas y las frutas no maduras y como un suplemento mineral, y los pozos de agua que la fauna prefiere para bañarse y beber. Como otras ABS se pueden referenciar los árboles frutales de los que dependen en gran medida las aves que comen frutas y los mamíferos que promueven la dispersión de semillas a distancias mucho mayores que la dispersión de agua y viento. Otros ejemplos pueden ser los hormigueros que sirven de sustento para los osos hormigueros, los sitios de anidamiento, los nacimientos de agua, entre otros.

**Figura 6.21. Diagrama de retiro de puntos de disparo alrededor de una ABS**



Fuente: Best Environmental Practice for Seismic Exploration in Tropical Rainforest. (Westlund, T y Thurber, M, 2010).

El método geocientífico permite, además de la reubicación de fuentes en offset, reubicaciones o compensaciones a partir de modelamientos geofísico 3D, adquisición undershooting, arreglos específicos del tendido de registro para la recuperación de información por presencia de un ABS o áreas de difícil acceso.

### Prácticas generales

- Asegurar retiros apropiadas desde los puntos fuentes con infraestructura social, áreas de riesgo de erosión y cuerpos de agua. (ver la sección 6.130 “Activación de Fuentes Sísmicas Tipo Sismigel y Registro”)
- Seleccionar equipos modernos de perforación; incluir accesorios de supresión de ruido.
- Perforar y cargar el orificio de disparo y después rellenar con recortes u otro material autorizado.
- Evitar agregar material de relleno demasiado rápido porque puede dejar remanentes de tramos sin relleno.
- Distribuir el material sobrante de la perforación alrededor del pozo, según condiciones, minimizando el arrastre de estos por escorrentía.
- Planear diariamente las actividades para evitar que se queden pozos sin tacar; las operaciones se trabajarán con ese objetivo. En caso de que un pozo quede abierto sin cargar, se recomienda colocar un tapón en la abertura de superficie para eliminar el riesgo de que algún animal quede atrapado accidentalmente o se lesione.

- Tomar medidas para garantizar que todas las cargas instaladas sean activadas. En caso de que haya cargas sin detonar ubicadas en los puntos de disparo (cargas fallidas), avisar a la delegación de gestión de riesgos local, contactar a la autoridad militar y aplicar los lineamientos que se determinen.
- Usar accesorios de supresión de chispas en los equipos a utilizar en la labor.
- Retirar la basura de alrededor del pozo como parte del procedimiento de operación estándar.

**Perforaciones mojadas (puntos de disparo en los que se alcanza el nivel freático)**

- Rellenar las perforaciones que alcancen a llegar por abajo del nivel del freático (tabla de agua). Procurar ubicar las cargas impulsivas justo por encima del nivel piezómetro de los acuíferos someros, como medida de protección. En caso de requerirse el perforar abajo del nivel freático, el contratista controlará la infiltración, mediante el relleno con material impermeabilizante tipo Bentonita o arcillas, y tacados que garanticen compactación, que eviten flujos hacía superficie.
- Después de cubrir el nivel del agua estancada, use material pétreo u otro material autorizado para llenar el resto del hoyo.
- En caso de que una perforación de un punto de tiro no se haya controlado el surgente del nivel freático en condiciones normales, se requiere notificar al área ambiental del proyecto u operadora, quien precisará los criterios de manejo y, en caso de no controlarse, se deberá notificar a la autoridad ambiental.
- No cargar explosivos en los agujeros que fluyen aguas subterráneas (pozos artesianos).
- Si el flujo de agua es muy grande para rellenarlo, se debe intentar contener el flujo aplicando las técnicas apropiadas hasta lograr su contención.

En la siguiente tabla 6.10 se muestran otros criterios para el manejo de las perforaciones de puntos de disparo.

**Tabla 6.10. Criterios ambientales para puntos fuente**

FACTOR	CRITERIO
ESTABILIDAD DEL TERRENO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la estabilidad del terreno antes de iniciar los trabajos, con el fin de reubicar puntos de disparo y decidir el tipo de equipo a emplear. Bajo este criterio, se preferirá mayor profundidad del punto y menor carga de disparo.</li> <li>• No localizar ni perforar pozos en pendientes mayores a 45 grados.</li> </ul>
ÁREAS ECOLÓGICAMENTE SENSIBLES	Identificar sitios de interés ambiental ubicados cerca al lugar de perforación con el fin de determinar las distancias óptimas para la localización de pozos. Las distancias mínimas a las fuentes de agua, a las cuales se pueden perforar pozos para detonar cargas de sismigel en proximidad de corrientes y cuerpos de agua superficiales o nacederos son las identificadas en la sección SIS-6-130 “Activación de fuentes sísmicas tipo sismigel y registro”.

FACTOR	CRITERIO								
OTRAS ÁREAS SENSIBLES DE INTERÉS	<p>Las distancias mínimas a áreas de interés especial (socioeconómico o de otra naturaleza), a las cuales se pueden detonar cargas de sismigel, se encuentran resumidas en la sección SIS-6-130 “Activación de Fuentes Sísmicas tipo sismigel y Registro”.</p> <p>La profundidad mínima de perforación para los puntos de registro o disparo se describe en el siguiente cuadro.</p> <p><b>Profundidad mínima de los puntos de registro de acuerdo con la carga impulsiva</b></p> <table border="1" data-bbox="568 573 1181 712"> <thead> <tr> <th>Carga (g)</th> <th>Profundidad (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 900</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>&gt; 900 y &lt; 2.700</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2.700</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Carga (g)	Profundidad (m)	< 900	5	> 900 y < 2.700	7,5	> 2.700	10
Carga (g)	Profundidad (m)								
< 900	5								
> 900 y < 2.700	7,5								
> 2.700	10								
MANEJO DE COMBUSTIBLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La compañía de sísmica está obligada a controlar el abastecimiento y la disposición de combustibles requeridos para la perforación. Las previsiones relacionadas con el abastecimiento se refieren principalmente a las medidas preventivas y de control de derrames durante el transporte y el llenado de los tanques de combustible.</li> <li>• Se realizará un manejo adecuado de los aceites, grasas y combustibles usados y generados por los equipos de perforación, estableciendo medidas para el control de derrames. Se recomienda utilizar tanques de doble pared para almacenar combustible.</li> <li>• La disposición final de lodos se orientará de tal manera que estos no impacten los cuerpos de agua cercanos.</li> <li>• Se deben utilizar diques de contención de derrames en cada equipo o maquina con capacidad de contención del 110 % del volumen de combustible almacenado.</li> <li>• Con el fin de prestar atención inmediata a derrames de combustibles que se presenten, en sitios cercanos se debe disponer de un kit para atender derrames.</li> <li>• Se debe disponer de extintores según especificaciones requeridas, en sitios cercanos para atención de emergencias.</li> <li>• Se deben conformar la brigada de emergencias y la brigada de control de derrames.</li> </ul>								
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cambios de aceite de los motores y equipos se harán preferiblemente en los campamentos adoptando las medidas para evitar los derrames al suelo o en áreas sensibles presentes en el entorno del proyecto. En lo posible se utilizará bomba de accionamiento manual. Para los vehículos se debe prever hacer el cambio de aceite en instalaciones apropiadas para ese fin.</li> <li>• Si el cambio se realiza en el sitio de trabajo, la operación de drenado se hará sobre una bandeja plástica o metálica.</li> <li>• El aceite usado deberá recogerse en un recipiente con tapa y con rotulación, con suficiente capacidad para recibir el volumen total del lubricante contenido en el depósito de la máquina. El recipiente se evacuará hacia el campamento base tan pronto como sea posible hacerlo, se almacenará en un sitio seguro hasta ser recolectado por una empresa externa licenciada que se encargará de su disposición final.</li> </ul>								

FACTOR	CRITERIO
UTILIZACIÓN DEL AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua que se utilice en la perforación será la estrictamente necesaria y debe ser captada del punto autorizado. El contratista de sísmica preverá el abastecimiento planificado con criterios de economía del recurso, procurando su reutilización o reúso cuando sea factible, e instruir a los operadores en su utilización.</li> <li>• La empresa responsable o la contratista dispondrá de un sistema de captación de agua en el punto autorizado, con flujómetro y cumpliendo los lineamientos establecidos en el acto administrativo que otorgue el permiso de captación o concesión e implementar el PUEAA (programa de uso eficiente y ahorro del agua).</li> <li>• En caso de que no se cuente con un permiso o concesión para captación de aguas superficiales o subterráneas para el proyecto, es recomendable comprar el agua a una empresa externa de servicios públicos con concesión de aguas para comercialización de agua el bloque para uso industrial.</li> <li>• En caso de que por fuerza mayor las áreas de perforación de un punto de tiro, estén anegadas o inundadas por agua lluvias, y el fluido de perforación sea agua, podrá servirse de las aguas lluvias que discurran en la franja del predio, en virtud de la servidumbre (Ley 1274/2009) firmada con el propietario, poseedor o tenedor de buena fe y la empresa contratista de sísmica, durante las labores del programa sísmico.</li> </ul>
PERFORACIÓN CON AIRE COMPRIMIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que los equipos utilizados utilicen sistemas que disminuyan el ruido generado (mofle y sistema de insonorización integrado)</li> <li>• Evitar desarrollo de labores de mantenimiento y cambio de aceite en los frentes de trabajo o, en ese caso, adoptar las medidas necesarias para evitar derrames y asegurar la gestión de los residuos generados (estopas, aceites, grasas, contenedores, etc.)</li> <li>• Asegurar que los vehículos y equipos requeridos para realizar la movilización de los compresores, no generen afectación al suelo (compactación) y las labores se desarrollen sin afectar la flora del área.</li> </ul>
MANEJO DE RESIDUOS DE PERFORACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La utilización de agua para perforación implica la generación de lodos. La descarga del fluido del taladro, siempre que correspondan a lodos no contaminados, se orientará de tal manera que el residuo no impacte los cuerpos de agua, para evitar el aumento de turbidez y sedimentación.</li> <li>• Se tomarán las medidas de contención necesaria para los ripsos de perforación generados, a fin de que no sean arrastrados por las aguas de escorrentía, cubrir el material mientras son reutilizados para el tacado del hueco.</li> <li>• En caso de requerirse la adición de productos para estabilización del hueco, este producto debe ser preferiblemente de naturaleza biodegradable o inerte, con el fin de no generar lodos contaminados.</li> <li>• Los puntos de disparo que presenten novedades durante su activación serán rellenados y tapados nuevamente. Lo mismo se hará con los huecos que se perforan sin éxito en áreas difíciles de trabajar, de tal manera que no representen un riesgo futuro para el tránsito de personas o animales.</li> <li>• Los ripsos de perforación se podrán utilizar en el tacado del hueco una vez ha sido cargado.</li> </ul>

FACTOR	CRITERIO
MANEJO DE SERVIDUMBRES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes del inicio de las actividades en los predios se debe contar con un permiso de ingreso a cada uno por escrito, firmado por el propietario o su apoderado.</li> <li>• Previo al inicio de las labores de perforación, hacer levantamiento de las actas de vecindad, donde se deje evidencia las condiciones de los elementos ambientales y socioambientales relevantes.</li> <li>• Asegúrese de que las broches o talanqueras cerrados, se vuelvan a cerrar después de pasar por ellas y mantenga la integridad de las cercas para que el ganado no pueda pasar.</li> <li>• Capacitar al personal del proyecto, en cuanto al manejo de residuos tanto peligrosos como no peligrosos, y el cuidado en cada uno de los predios.</li> <li>• Demarcar los sitios de perforación y señalar en caso de que se requiera, para evitar afectaciones al ganado u otros animales de granja en los predios.</li> </ul>

## 4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Capacitación del personal de operación.
- Supervisión ambiental permanente de las actividades.
- Señalización de sitios de perforación o alertas para áreas o individuos sensibles.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

<p>Versión 2 Octubre 2024</p>	<h3>6.14. ACTIVACIÓN DE FUENTES SÍSMICAS TIPO SISMIGEL Y REGISTRO</h3>	<p>SIS-6-140</p>
-----------------------------------	--	------------------

### 1. OBJETIVOS

Prevenir la ocurrencia de daños o efectos ambientales no deseados durante la detonación de cargas impulsivas de fuente química de energía, comúnmente sismigel, y el registro sísmico.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase operativa

### 3. IMPACTOS AMBIENTALES

- Incremento de los niveles de ruido en el entorno de los frentes de trabajo.
- Compactación del suelo y modificaciones de la capa edáfica.
- Potencial afectación de viviendas e infraestructura socioeconómica.
- Riesgo de afectación de la oferta y calidad de aguas subterráneas y superficiales.
- Desplazamiento temporal de la fauna silvestre.
- Reactivación de procesos preexistentes de remoción en masa o desestabilización del terreno.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Previo a la ejecución de las actividades de activación de fuentes se recomienda explorar el área para identificar y tener en cuenta los posibles puntos problemáticos e identificar las áreas sensibles ambientalmente. Adicionalmente, en desarrollo de las labores se puede generar basura, posibilidades de incendio por operación de vehículos y labores manuales y generación de nuevos senderos o accesos.

En las operaciones de activación de cargas y registro hay una gran variedad de preocupaciones ambientales y las afectaciones generadas pueden variar según la ubicación del proyecto, haciendo necesario que sean reconocidos, priorizados y mitigados antes del inicio de las actividades. Se recomienda documentar este proceso utilizando la evaluación de riesgos ambientales asociados a las áreas donde se desarrolla el proyecto. A continuación, se hacen algunas consideraciones para llevar a cabo la evaluación, lo cual se debe precisar durante la formulación de las medidas de manejo ambiental para el proyecto:

- Diagnosticar de manera conjunta los elementos ambientales que pueden verse afectados y los potenciales impactos ambientales: (acústica, emisiones, hídricos, físicos)
- Describir los potenciales impactos ambientales: (ejemplo: surcos causados en el suelo, deforestación, contaminación o alteración de fuentes de aguas)
- Priorizar el riesgo inicial: (Use la matriz de impactos - baja - media - alta)
- Enumerar los procedimientos de control / mitigación
- Priorizar el riesgo residual una vez que se hayan implementado controles y mitigaciones.
- Si es necesario, enumerar una lista de acciones a seguir.

Con el fin de proteger los recursos hídricos y la infraestructura social, en desarrollo de proyectos de adquisición sísmica, se deben tener en consideración las distancias (retiros) desde la ubicación de la fuente de energía y las áreas ambientalmente sensibles. En desarrollo de las actividades verificar el cumplimiento de los retiros definidos en las **tablas 6.11 y 6.12**, sin perjuicio de retiros que se acuerden con autoridades ambientales para proyectos específicos. Aún a las distancias de retiro definidos para elementos ambientales, se tratará de utilizar la carga mínima requerida para cumplir los objetivos del proyecto y se recomienda a las operadoras considerar retiros mayores a los establecidos, en caso de que los requerimientos técnicos del diseño del proyecto sísmico lo permitan.

Atendiendo que 9 kg es un límite de carga razonable para la industria en esta actividad, las distancias que se relacionan a continuación se limitan a este valor; para valores superiores, se deberá consultar a la autoridad ambiental.

**Tabla 6.11. Distancias horizontales de retiro desde el punto fuente de carga química tipo Sismigel a elementos ambientales**

ELEMENTOS AMBIENTALES	CARGA (kg)	DISTANCIA (m)
<p>Esteros y lagunas</p> <p>Nota: Distancia medida desde el nivel de aguas máximas o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que los niveles de aguas máximas no estén claramente definidos). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.</p>	Hasta 9.9	50
<p>Morichales, Cananguchales y madre viejas</p> <p>Nota: Distancia medida desde la franja boscosa (flora típica - perimetral) o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que la franja boscosa perimetral no esté claramente definida). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.</p>	Hasta 9.9	50
<p>Manantiales y/o nacaderos</p> <p>Nota: Distancia medida desde el nivel de aguas máxima o zona húmeda identificada en terreno o a partir de los elementos ambientales característicos que se identifiquen como perímetro del punto. En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.</p>	Hasta 9.9	100
<p>Ríos y quebradas</p> <p>Nota: Distancia medida desde el borde del cauce o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que el cauce no esté claramente definido). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.</p>	Hasta 9.9	50
<p>Cárcavas, terrenos en reptación y procesos erosivos.</p> <p>Nota: La distancia se tomará desde el límite del fenómeno que este cartografiado o que sea visible. No se realizarán puntos de disparo en pendientes mayores a 45 grados. En el caso que exista un diagnóstico geotécnico, la distancia se tomará a partir del límite identificado en el diagnóstico.</p>	Hasta 9.9	100

Nota 1: Para los elementos ambientales regulados en la presente tabla se levantarán las actas de vecindad previstas.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6.12. Distancias horizontales de retiro desde la fuente de carga química tipo sismigel a elementos de infraestructura social**

ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL	CARGA (KG)	DISTANCIA (m)
Carretera pavimentada o destapada, vías férreas o torres de alta tensión.	Hasta 9.9	10
Tanques sépticos, tuberías de conducción y redes de distribución de acueductos municipales o veredales (tuberías diferente al concreto), líneas de flujo de baja presión (< 700 Kilopascales)	Hasta 9.9	15
Represas o diques	Hasta 9.9	150
Oleoductos, gasoductos, poliductos, líneas de flujo de alta presión (> 700 Kilopascales)	Hasta 9.9	50
Nota: distancia medida desde el centro de la tubería.		

ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL	CARGA (KG)	DISTANCIA (m)
Tanques de almacenamiento de hidrocarburos	Hasta 9.9	70
Tanques de almacenamiento de agua (capacidad mayor a 10 M3)	Hasta 9.9	50
Viviendas y edificaciones en madera, adobe de barro, tapia pisada o bahareque	Hasta 9.9	100
Viviendas y edificaciones (en ladrillo, concreto o metálica, etc), graneros, estructuras de irrigación, plantas de tratamiento de aguas, tubería de conducción de agua en concreto.	≤3.6	50
	>3.6 y Hasta 9.9	70
Cementerio y subestaciones eléctricas (a partir del límite)	Hasta 9.9	50
Jagüeyes, aljibes, pozos de agua subterránea.	Hasta 9.9	50
Estanques piscícolas (desde el borde del estanque)	Hasta 9.9	100
Mojoneros o líneas de comunicaciones enterradas	Hasta 9.9	30
Cuerdas de media y alta tensión, cuerdas de baja tensión, torres de alta tensión, subestación eléctrica. Nota: o la distancia establecida en norma técnica del sector eléctrico	>3.6 y Hasta 9.9	50
Box coulvert, puentes, túneles	>3.6 y Hasta 9.9	100
Estructuras en concreto: canales de riego, obras de arte en carreteras	>2 y ≤3.6	45
	>3.6 y ≤6	50
	>6 y Hasta 9.9	75

Nota: Para los elementos de infraestructura social regulados en la presente tabla se levantarán las actas de vecindad previstas, según aplique.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se enuncian algunas de las medidas ambientales a considerar durante el desarrollo de las labores de activación de fuentes sísmicas químicas tipo sismigel:

- a. Capacitar al personal en temas relacionados con protección y preservación de los recursos naturales asociados al proyecto, en particular durante el desarrollo de las actividades de activación de cargas de sismigel.
- b. Asegurar la adopción de las medidas de seguridad industrial en el almacenamiento y manejo del explosivo, asegurando que las labores las adelanten personal debidamente calificado.
- c. Identificar en campo las áreas sensibles tanto ambiental como de infraestructura social, con el fin de asegurar que se respeten los retiros determinados en la presente Guía.

Adoptar el uso de herramientas que faciliten el conocimiento y tecnologías a fin de que permitan asegurar la protección del ambiente. En las **tablas 6.11 y 6.12** se observa que existen dos tipos de cuerpos a proteger: los que son naturales (sombreados) y los que responden a la existencia del hombre, es decir, elementos de infraestructura social (no sombreados), los cuales se asocian con la infraestructura que está dispuesta en las áreas donde se ejecutan las adquisiciones sísmicas.

Al finalizar las actividades de detonación y registro es necesario verificar el cierre de las operaciones de tiro abiertas y que se hayan restaurado las áreas intervenidas. Adicionalmente, considerar la aplicación de las medidas ambientales que se listan en la **tabla 6.13**:

Tabla 6.13. Medidas ambientales en la activación de fuentes Sísmicas tipo Sismigel

FACTOR	CRITERIO								
DISPAROS EN CUERPOS DE AGUA	<p>Para la utilización de cargas químicas de sismigel respetar los retiros de los cuerpos de agua definidos en esta misma ficha (ver tabla 6.11; para los restantes cuerpos para los cuales no haya restricciones definidas en la normatividad ambiental o áreas inundadas por condiciones estacionales, es necesario aplicar las mejores prácticas ambiental establecidas por la industria para el desarrollo de los proyectos de adquisición sísmica. En caso de que se prevea desarrollar labores de adquisición sísmica en áreas inundadas o cuerpos hídricos para los que no se hayan precisado disposiciones en esta guía, se recomienda adelantar una valoración específica de las técnicas de adquisición que generen menor afectación y aplicar la más favorable. Para cuerpos de agua se debe explorar la utilizando de otras técnicas, tales como técnicas de impacto, ping point o equivalente, en caso de utilizar estas u otra tecnología, se definirán los protocolos correspondientes según el cuerpo de agua y alcances de las actividades a desarrollar. Finalmente, se recomienda revisar y concertar las actividades a desarrollar con la autoridad ambiental regional, cuando se prevea desarrollo de actividades al interior de cuerpos de agua sensibles (lagos, lagunas, ciénagas, entre otros) y que sea viable acorde con la normatividad ambiental que le aplique.</p> <p>Para las áreas esporádicamente inundadas considerar el:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar labores preferiblemente en épocas secas.</li> <li>Durante la perforación de los pozos en zonas esporádicamente inundadas, se puede utilizar perforación con encamisado, anclas en las puntas de la carga y posteriormente rellenar con gravilla u otro material inerte (tipo foam plug, ecotap, etc.), con el fin de garantizar la apropiada propagación de la onda de sonido al subsuelo, y prevenir el impacto ambiental por liberación de energía a la superficie.</li> <li>Extremar medidas de tacado del hueco de tal manera que se evite la salida del material al realizar la detonación.</li> <li>Reducción de la carga al mínimo posible según los objetivos del proyecto. Se recomienda no utilizar cargas que superen los 3,6 kg.</li> </ol>								
OTROS ASPECTOS AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los puntos de fuente y receptores deben estar georreferenciados.</li> <li>En ningún caso se podrán ubicar puntos de disparo en pendientes iguales o mayores a 45°, ni en suelos inestables.</li> <li>La profundidad mínima donde se ubicará el tope de la carga química de sismigel se recomienda técnicamente definir con base en la siguiente tabla, en función de la carga a utilizar:</li> </ul> <table border="1" data-bbox="499 1451 1125 1592"> <thead> <tr> <th>Carga (kg)</th> <th>Profundidad mínima (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤0,9</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>&gt;0,9 y ≤2,7</td> <td>7,5</td> </tr> <tr> <td>&gt; 2,7 y ≤9</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>En ningún caso podrán utilizarse cargas superiores a 9.9 kg.</li> <li>Efectuar aislamiento y señalización de áreas donde se realicen activación de puntos fuentes.</li> <li>Los habitantes cercanos al área de trabajo serán advertidos con anticipación acerca de la ocurrencia de las detonaciones. Para tal efecto la compañía sísmica dará a conocer su programa de trabajo durante la etapa preparatoria y además cumplirá con esta exigencia de aviso diario.</li> <li>Si se prevé hacer disparos nocturnos se informará a la comunidad aledaña con 24 horas de anticipación.</li> <li>Inspeccionar visualmente los agujeros de tiro después que la carga se haya detonado, para asegurarse que el agua, barro o piedras y cuñas de una perforación permanezcan o sean devueltas a la misma y sean rellenados los agujeros completamente.</li> </ul>	Carga (kg)	Profundidad mínima (m)	≤0,9	5	>0,9 y ≤2,7	7,5	> 2,7 y ≤9	10
Carga (kg)	Profundidad mínima (m)								
≤0,9	5								
>0,9 y ≤2,7	7,5								
> 2,7 y ≤9	10								

FACTOR	CRITERIO
<p><b>MANEJO DE EXPLOSIVOS</b></p>	<p>El manejo de las cargas impulsivas químicas tipo sismigel se hará bajo los siguientes criterios generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La adquisición se hace a través del Departamento de Control y Comercio de Armas – DCCA, del Comendo General de las Fuerzas Militares.</li> <li>• Transporte por helicóptero, siguiendo las medidas de seguridad de la Organización de Aviación Civil Internacional - OACI.</li> </ul> <p>Sobre manejo y transporte de explosivos, se recomienda el uso de los criterios establecidos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– NTC 3966 de 1996. Transporte de mercancías peligrosas. Clase 1. Explosivos. Transporte por carretera.</li> <li>– Decreto MinDefensa 2535 de 1993. Normas y requisitos para la tenencia de explosivos y sus accesorios.</li> <li>– Reglamentación sobre mercancías peligrosas 59a edición. Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA).</li> <li>– International maritime dangerous goods, 2018. Inter-governmental Maritime Organization.</li> <li>– El transporte fluvial, reglamentos y manuales de señalización fluvial, seguridad y sanidad fluvial para embarcaciones menores de la Superintendencia General de puertos y Transporte, la Resolución 667 del 13 de abril de 1999 y el manual US Coast Guard Regulations “Thing Safe” cose therigth personal flotation device.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el transporte se realiza por carretera, utilizar dos vehículos para transportar por separado la carga explosiva y los detonadores eléctricos. Los vehículos deben contar con buena ventilación y recubrimiento interior en madera.</li> <li>• Almacenar explosivos y detonadores eléctricos con las debidas precauciones de seguridad, para evitar accidentes o robos.</li> <li>• Realizar la revisión de información hidrogeológica existente del área a intervenir que procure la identificación de los acuíferos someros, de precisarse, es recomendable considerar hacer Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) o Tomografías y a partir de esta información planificar el desarrollo de las actividades adoptando las medidas de protección y seguimiento necesarias sobre los acuíferos someros que se hayan identificado, lo cual se deberá valorar y precisar en el documento de medidas de manejo ambiental que se formule.</li> <li>• La recomendación general es la de perforar pozos por encima de los acuíferos someros y, en este caso, el uso de cargas explosivas menores a 1,8 kg.</li> <li>• La manipulación de explosivos sólo la hará personal experto.</li> <li>• Mantener inventario diario detallado de los explosivos desplegado en áreas operativas, para evitar que se abandonen en el campo.</li> <li>• En caso de presentarse cargas sin detonar, se aplicarán los procedimientos establecidos con el fin de minimizar el riesgo de activación de estas.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1 ACTIVIDADES EN CIÉNAGAS

El sector de hidrocarburos, durante los últimos años, ha desarrollado proyectos de exploración sísmica del país que han incluido actividades de manera directa e indirecta en áreas de ciénagas en el norte del país, principalmente. En preparación de la presente guía, la industria presentó una amplia cantidad de experiencias y procesos implementados para realizar intervención con puntos fuentes en complejos cenagosos de los cuales se desprende que, utilizando equipos especializados, formulando planes de manejo específicos y atendiendo

orientaciones de parte de las Corporaciones Autónomas Regionales, se ha logrado llevar a buen término actividades de exploración sísmica.

Atendiendo lo anterior, siempre y cuando la actividad no se encuentre prohibida en humedales permanentes en los Instrumentos de Ordenamiento Ambiental y conforme a las facultades conferidas por la ley a las Corporaciones Autónomas Regionales, serán estas autoridades ambientales las que determinen la factibilidad del desarrollo de las actividades al interior de las ciénagas, precisarán la normatividad que aplica, definirán el alcance de la intervención, harán control y seguimiento en cada caso específico, determinarán protocolos y procedimientos para el desarrollo de la actividad y las demás disposiciones que prevengan, minimicen los impactos y aseguren la protección y conservación de estos ecosistemas. Cualquier intervención que se considere debe tener en cuenta la existencia de normatividad ambiental vigente sobre manejo y protección de humedales que haya en el país y a nivel regional; en particular, las citadas a continuación:

- La Política Nacional para humedales interiores de Colombia del Ministerio del Medio Ambiente, 2002.
- Decreto Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- La Ley 99 de 1993, que crea el Ministerio del Medio Ambiente en el artículo 5 numeral 24.
- La Ley 357/1997, que aprueba para Colombia específicamente la “convención Ramsar relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”.
- La Resolución 0157 de 2004 (febrero 12), la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar.
- La Resolución 196 del 2006, por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.
- La Resolución 1128 de 2016, que modifica el artículo 12 de la Resolución 0157 de 2004, y establece que para la adopción del Plan de Manejo del Humedal elaborado con base en la guía técnica, será aprobado por el Consejo o Junta Directiva de la respectiva autoridad ambiental competente.
- La Ley 1450 de 2011 (16 de junio), “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014.”
- Ley 1753 de 2015 (9 de junio), por el cual se adoptan los planes de desarrollo de los respectivos periodos presidenciales, o las normas que la modifiquen, deroguen o sustituyan.
- La Ley 1753 de 2015 “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, establece en su Artículo. 172, ...las autoridades ambientales puedan restringir parcial o totalmente, el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, y establece en su Parágrafo, ... en humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención RAMSAR no se podrán adelantar estas actividades.
- Decreto 2245 de 2017, que define los criterios para el acotamiento de rondas hídricas.
- La Resolución 957 de 2018, por la cual el Ministerio adopta la “Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones”

En caso de que no existan disposiciones normativas que restrinjan el desarrollo del proyecto y previo a obtener el aval de las actividades por parte de la Corporación Autónoma Regional competente, se considerará lo siguiente:

- Asegurar que no hay otras alternativas técnicas disponibles para obtener la información sísmica requerida del área, diferentes a realizar labores de adquisición sísmica al interior de la ciénaga.
- Observar las disposiciones sobre desarrollo de actividades de hidrocarburos establecido en el Plan de Manejo Ambiental de la ciénaga (si aplica).
- Observar las disposiciones del instrumento de ordenamiento territorial del área donde se ubica la ciénaga.
- Hacer análisis de las implicaciones ambientales para cada componente: Medio abiótico, Medio Biótico y Medio socioeconómico.

- Incluir dentro de las Medidas de Manejo Ambiental un capítulo específico para el desarrollo de las actividades al interior de la ciénaga.
- Realizar un análisis detallado y descripción de la técnica que genere menores efectos negativos en la dinámica ambiental del cuerpo de agua la cual será discutida y acordada con la autoridad ambiental regional.
- Prever el desarrollo de monitoreo de indicadores ambientales e hidrológicos de manera previa, durante y posterior al desarrollo de las actividades en el cuerpo de agua.
- Prever labores de divulgación a nivel de las autoridades regionales y comunidades del área de influencia del proyecto, acerca de los alcances de las labores a desarrollar al interior de la ciénaga y de las medidas de manejo que se hayan formulado y las condiciones concertadas con la autoridad ambiental.
- Considerar y apoyar acciones de seguimiento y control a nivel comunitario a las actividades previstas.

### 5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Comunicación con las comunidades del área.
- Reconocimiento previo del terreno para identificar y ubicar áreas sensibles.
- Ajustes en el diseño de las líneas fuente y/o parámetros técnicos para la perforación en áreas sensibles aplicando los criterios de manejo establecidos.
- Control de explosivos y aislamiento y señalización de áreas de disparo.
- Capacitación del personal del proyecto.
- Supervisión ambiental de la actividad, para asegurar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental.
- Verificar retiros estipulados en el instrumento legal ambiental para el proyecto o en la guía.
- Reconocimiento previo del terreno para identificar y ubicar áreas sensibles.

### 6. RESPONSABLE

Compañía operadora y contratistas.

## 6.15. ADQUISICIÓN DE DATOS UTILIZANDO VIBRADOR

### 1. OBJETIVOS

Definir criterios de manejo ambiental aplicables cuando la adquisición de datos se realice mediante la utilización de equipos vibradores.

### 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases operativa y posoperativa.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Afectaciones de la cobertura vegetal en los sitios de tránsito (por sabaneo)
- Compactación del suelo y afectación de la capa orgánica
- Ahuyentamiento de fauna
- Afectación por ruido
- Cambios en la calidad del agua superficial
- Afectación de infraestructura comunitaria

### 4. CRITERIOS DE MANEJO AMBIENTAL

Esta tecnología se utiliza para hacer sísmica en 2D, 3D o 4D; se materializa mediante vibradores móviles (vehículos con similitud a un tractor agrícola grande, también llamados “vibros”) que poseen una plataforma en el centro y con la cual se aplica presión y vibración al piso para generar ondas de energía controlada a través de la cual se obtiene la información sísmica requerida (sismogramas), tal como se detalló en el capítulo 5. Los vibradores deben considerarse en áreas donde los objetivos de los datos justifican su uso, las cargas impulsivas químicas de sismigel (o similares) implican una logística difícil de realizar o, hay asuntos ambientales o de seguridad que desalientan el uso de estas. El uso de los vehículos “vibros” obedece a criterios técnicos, operativos y se supeditan al estado de las vías y a las características de la geomorfología, cobertura vegetal, cuerpos de agua, entre otros criterios.

El manejo ambiental de la exploración sísmica utilizando vibradores se orienta por los siguientes criterios generales:

- a. Considerar el uso combinado de los métodos de adquisición de datos con vibradores y con cargas impulsivas, para obtener con su aplicación conjunta los menores impactos ambientales en el área de adquisición.
- b. La utilización de equipos vibradores procederá en áreas planas o de colinas bajas, en las posibles áreas desérticas, semidesérticas o con vegetación de sabanas limpias o arboladas o praderas con actividades pecuarias, donde haya facilidades para el acceso de los vehículos, consideraciones que debe hacer de manera específica el ejecutor del proyecto.

- c. El uso de la técnica de vibración debe ser considerado preferiblemente en casos en que haya inquietud razonable por la preservación de la oferta hídrica desde acuíferos someros.
- d. Distribuir en la mayor área posible los vibradores para no ocupar las mismas líneas o ubicaciones, con el fin de reducir significativamente el impacto ambiental. Si bien más área se ve afectada u ocupada inicialmente, la recuperación es considerablemente más rápida. Utilice esta medida en áreas de dunas de arena, pastizales y áreas agrícolas.
- e. Cuando se prevea emplear vibradores, la infraestructura vial existente se deberá revisar y evaluar según requerimientos del equipo previsto y del programa. La infraestructura vial deberá ser inspeccionada por un experto en vías (se sugiere ingeniero civil), este reconocimiento incluirá no solamente las vías, sino puentes, alcantarillas y obras de arte, que hagan parte de la red vial a utilizar para el proyecto. En caso de requerirse alguna adecuación, esta deberá ser concertada y avalada por autoridad vial competente para el caso de vías públicas y con el propietario en caso de vías privadas
- f. El levantamiento de información con vibradores evitará las áreas inestables o erosionadas, las cuales serán cubiertas utilizando métodos alternos que deberán respetar las distancias socio ambientales definidas en esta Guía.
- g. Siempre que sea posible, comenzar y terminar el trabajo de un día cerca a los cruces de caminos o accesos para minimizar el tránsito por las líneas para entrar y salir del área.
- h. Planificar las áreas de reabastecimiento de combustible, mantenimiento, estacionamiento y alistamiento en los cruces de carreteras o finales de camino, para minimizar el tránsito a lo largo de las líneas de sísmica.
- i. Para el cruce de cuerpos de agua se utilizarán preferiblemente los pasos existentes (puentes, badenes, box culvert, etc.), o por medio de la adecuación de pasos temporales previamente autorizados por la autoridad ambiental competente (permiso de ocupación de cauces).
- j. Hacer una prueba de parámetros para ayudar a realizar una selección apropiada del tamaño de los vibradores. Se debe procurar el uso de vibradores de menor tamaño; sin embargo, tener en cuenta que en algunos casos la selección de vibradores más grandes sobre los más pequeños puede reducir la cantidad de vibradores requeridos y la cantidad de barridos necesarios para obtener buenos datos, alcanzando a generar un menor impacto.
- k. Evitar el retroceso y dibujar curvas cerradas con vibradores siempre que sea posible en los frentes de trabajo. En ciertas áreas urbanas o de abundante vida silvestre, asegure el uso de silenciadores y medidas adicionales tendiente a mitigar el ruido generado.
- l. El equipo debe mantenerse en óptimas condiciones mecánicas, se tomarán medidas para disminuir el riesgo de presentar fugas de aceite o de combustible. El mantenimiento y la sincronización periódica permite disminuir que se presenten mayores emisiones de gases contaminantes (considerarlo a pesar de ser un equipo fuera de carretera) y disminuye la generación de ruido excesivo.
- m. La pendiente máxima cuando el método se utilice en áreas de colinas será la que determine el equipo mismo, con su propia capacidad de tracción; es decir, no podrá ser remolcado en el ascenso por otros equipos o vehículos. Las áreas que no puedan accederse serán cubiertas con otros métodos sísmicos como la detonación de cargas químicas impulsivas.
- n. Tomando en cuenta las características del área de trabajo, considerar el uso de neumáticos anchos y de baja presión sobre el suelo. Si bien esto puede generar inicialmente la afectación de un área más grande, la recuperación será considerablemente más rápida.
- o. El mantenimiento de los equipos debe hacerse siguiendo las pautas generales contenidas en esta guía (mantenimiento en sitios predeterminados; gestión de residuos del mantenimiento).
- p. Los vibradores serán dotados con un kit de control de derrames.
- q. Al finalizar la operación, se deberá hacer la inspección de las vías y accesos utilizados para el tránsito del equipo, con el fin de determinar la presencia de efectos ambientales y proceder a su restauración.

- r. Asegurar que las broches o talanqueras cerrados, permanezcan cerrados después del tránsito de los vehículos.
- s. El uso de los vibradores se recomienda en zonas pobladas o con infraestructura existente (viviendas, obras de concreto, edificaciones) donde haya restricciones para hacer perforaciones.
- t. El uso de vibradores se recomienda sea concertado con los dueños de los predios que se prevean intervenir.

#### 4.1 USO DE LA TÉCNICA VELOCIDAD PICO DE PARTÍCULAS

Se recomienda para los proyectos de adquisición sísmica que utilicen la técnica de generación de energía usando vibradores, apliquen la técnica de Velocidad Pico de Partículas (haciendo uso de la norma mexicana NOM-026-SESH-2007) para establecer distancias de retiro a los elementos de infraestructura social previstos en la tabla 6-12; de modo que las distancias de restricción nacerán de la distancia determinada aplicando la técnica del PPV, multiplicado por un factor de precaución de un valor de 2. Adicionalmente, la técnica de PPV prevista en la norma mexicana NOM-026-SESH-2007, no aplicará para definir los retiros de los componentes ambientales, los cuales se establecen en la tabla 6-14 y se deben verificar para el desarrollo de proyectos que utilicen la técnica de generación de energía usando vibradores.

**Tabla 6.14. Distancias horizontales mínimas de retiro a elementos ambientales desde la fuente de energía por vibración u otro método que no utilice cargas químicas**

ELEMENTOS AMBIENTALES	DISTANCIA (m)
Esteros y lagunas Nota: Distancia medida desde el nivel de aguas máximas o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que los niveles de aguas máximas no estén claramente definidos). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.	20
Morichales, cananguchales y madre viejas Nota: Distancia medida desde la franja boscosa (flora típica - perimetral) o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que la franja boscosa perimetral no esté claramente definida). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.	20
Manantiales y/o nacedores Nota: Distancia medida desde el nivel de aguas máxima o zona húmeda identificada en terreno o a partir de los elementos ambientales característicos que se identifiquen como perímetro del punto. En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.	50
Ríos y quebradas Nota: Distancia medida desde el borde del cauce o el nivel de aguas al momento de realizar la labor (en caso de que el cauce no esté claramente definido). En caso de estar definida por la autoridad la ronda hídrica, no aplica el retiro y se debe verificar los límites de la ronda establecida.	20
Cárcavas, terrenos en reptación y procesos erosivos. Nota: La distancia se tomará desde el límite del fenómeno que este cartografiado o que sea visible. En el caso que exista un diagnóstico geotécnico, la distancia se tomará a partir del límite identificado en el diagnóstico.	20

Nota 1: Para los elementos ambientales regulados en la presente tabla se levantarán las actas de vecindad previstas.

Fuente: elaboración propia.

### Uso de la Técnica Velocidad Pico de Partículas

Como se referenció en el capítulo 5, es posible realizar mediciones de Velocidad Pico de Partículas (PPV, de sus siglas en inglés) y con esta medición establecer distancias, en las cuales la velocidad y la frecuencia no causan efectos indeseados en los elementos socio ambientales. Esta técnica es utilizada como herramienta de protección en muchas partes del mundo para prevenir el daño producto de las detonaciones que por distintos proyectos se suceden (Infraestructura, Minería, Exploración sísmica).

Sin embargo, al no existir actualmente regulación técnica sobre la cual soportarse en el país, se invita a la industria a realizar, estas mediciones en desarrollo de sus proyectos en los años venideros a la emisión de esta Guía, de modo que, pasado un tiempo, pueda establecerse una Norma Patrón derivada de las distintas mediciones en los distintos terrenos de las áreas donde se desarrollan actividades de exploración sísmica.

Para los proyectos de adquisición sísmica terrestre que se desarrollen que utilicen la técnica de generación de energía mediante el uso de vibradores, se trabajará utilizando como patrón de referencia la norma mexicana NOM-026-SESH-2007, hasta que en Colombia se establezca una norma técnica específica. En la Figura 6.22 se refieren la gráfica y la tabla de dicha norma mexicana, en la que se plantean los límites establecidos para la actividad sísmica.

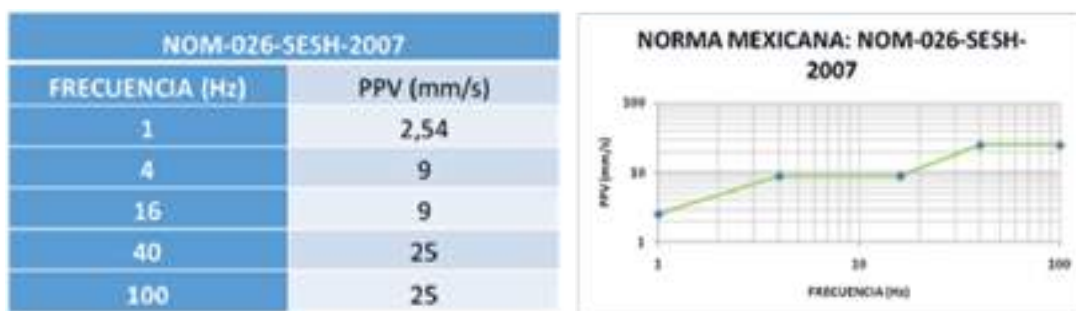
### Actividades que desarrollar para la aplicación de la norma NOM-026-SESH-2007

Las actividades que desarrollar para la aplicación de la técnica del PPV se enfocarán en la fase preoperativa para definir las distancias de retiro a aplicar para el proyecto, estrategias para divulgar los resultados y finalmente el reporte de los retiros a la autoridad ambiental. A continuación, se detallan las fases a desarrollar en el proceso de aplicación de la técnica de PPV en el proyecto:

### Pruebas para el proyecto

En programas de adquisición sísmica que utilicen la técnica de generación de energía usando vibradores, previo al inicio de su uso, es conveniente realizar pruebas para determinar las distancias de retiro de los puntos fuente a infraestructura social, aplicando los siguientes lineamientos:

**Figura 6.22. Norma mexicana para aplicación de PPV en proyectos de adquisición sísmica**



Fuente: Norma NOM-026-SESH-2007

- Los criterios para la ubicación de las pruebas deberán ser áreas representativas del proyecto, donde se puedan cubrir los diferentes tipos de unidades geológicas presentes en superficie, y que cuenten con la presencia de elementos socio-ambientales.

- Antes de la ejecución de la prueba, se hará una charla explicativa, indicando en qué consiste el método PPV, el equipo que se utilizará, los resultados esperados y la implementación de éstos en el proyecto sísmico.
- La invitación a la comunidad, al gobierno local, a la autoridad ambiental y grupos de interés, estará restringida a las posibilidades que permitan los propietarios de los predios.
- Una vez se tenga el plan definido de la realización de las pruebas PPV, se divulgará y se avisará a la comunidad y a las autoridades, para que estas últimas precisen sus delegados y verifiquen los resultados que se obtengan en la prueba.
- Se debe elaborar un acta pre, donde se definan las condiciones de los elementos socio-ambientales seleccionados. Después de la prueba se debe cerrar el acta para comparar los resultados.
- Definición de parámetros finales a distancias a utilizar en el proyecto.
- De mutuo acuerdo con las comunidades, las pruebas podrán ser verificadas por la autoridad ambiental, la autoridad administrativa competente y entes de control, como Personería, Defensoría, etc.
- Se elaborará un informe especial que consigne todo lo relacionado con la prueba, relacionando los criterios aplicados, mostrando los resultados, determinación de los retiros y las conclusiones, las cuales servirán como base para el proyecto sísmico a ejecutar.

### Presentación a las comunidades y autoridades

Previamente al inicio del proyecto y durante la fase de socialización de este, se deben informar a la comunidad y autoridades la información relevante de las pruebas previstas:

- Los alcances del plan para las pruebas PPV que se haya definido, y precisar los mecanismos para divulgar el resultado de estas.
- Coordinar con las autoridades ambientales y administrativas locales el desarrollo de las pruebas, de tal manera que se acredite el desarrollo de las mismas.
- Se desarrollarán estrategias adicionales para informar a la comunidad los resultados de las pruebas efectuadas para determinar los retiros de elementos socioambientales, en particular se informará a los propietarios de los predios que se prevean intervenir directamente.
- Durante la socialización se resolverán las inquietudes a la comunidad sobre la determinación de los retiros.
- Previo al inicio de las labores operativas, el informe especial con los resultados obtenidos de aplicación de la técnica del PPV se recomienda sea entregado a la Autoridad Ambiental regional.

## 5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

La gestión requiere la realización de las siguientes actividades principales de manejo ambiental:

- Reconocimiento de la red vial a ser utilizada, para determinar su vulnerabilidad y las necesidades de adecuación.
- Planificación ambiental del acondicionamiento de las vías para evitar la ocurrencia de daños ambientales, especialmente al suelo y sus recursos y a la propiedad.
- Identificación y señalización de zonas inestables, nacederos y otras áreas ambientalmente sensibles (tabla 6-14) que no pueden ser exploradas o tienen límites mediante esta tecnología.
- Identificación de las limitaciones (ambientales, topográficas) para definir métodos complementarios de exploración.
- Capacitación del personal del proyecto.
- Solicitud de permiso para uso de la red vial.

## 6. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

<p>Versión 2 Octubre 2024</p>	<h3>6.16. PLAN DE GESTIÓN SOCIAL</h3>	<p>SIS-6-160</p>
-----------------------------------	---------------------------------------	------------------

### 1. OBJETIVOS

- Desarrollar escenarios de información, comunicación y participación de las autoridades, comunidades, organizaciones y/o grupos étnicos asentados en el área en la definición del manejo de posibles impactos sociales que se puedan causar.
- Definir los lineamientos de la pedagogía social requeridos para ilustrar a las autoridades y comunidades, acerca del programa sísmico en sus componentes técnico y socio-ambiental.
- Fortalecer los mecanismos de relacionamiento con las autoridades locales y comunidades, basados en el diálogo directo y respeto.

### 2. ETAPA DE APLICACIÓN

Fase preoperativa, operativa y postoperativa.

### 3. IMPACTOS A PREVENIR O MITIGAR

- Alteración de las dinámicas sociales de la comunidad en el área del proyecto.
- Fenómenos de inmigración.
- Generación y/o alteración de conflictos sociales.
- Alteración temporal de dinámica de los predios por ingreso de personal a realizar las actividades del proyecto.

### 4. LINEAMIENTOS DE GESTIÓN SOCIAL

Se recomienda para el desarrollo del proyecto de exploración sísmica la formulación de un plan de gestión social, el cual puede ser específico o estar incluido dentro del documento MMA que se formule para el proyecto. La gestión social por desarrollar en los proyectos de adquisición sísmica, en relación con los actores más relevantes del programa, se consignan en la **tabla 6.15**.

La empresa debe comprender los problemas y las preocupaciones de las partes interesadas e incorporarlos de la mejor manera posible en la gestión social del proyecto. La comunicación y las reuniones con los representantes de la comunidad pueden generar información útil para mejorar la planificación y la implementación de las

operaciones, y que estén en armonía con los intereses y preocupaciones de la población. Las empresas deben contar con consultores calificados que las asesore sobre la gestión de los aspectos sociales del proyecto, ya sea en un área con comunidades étnicas o comunidad campesina, se puede requerir expertos especializados en las áreas de sociología y antropología, que en la medida de lo posible estén familiarizados con las comunidades locales.

#### 4.1 ACCIONES A DESARROLLAR

Las acciones en el manejo ambiental del componente social (tabla 6-16) deben partir de la identificación temprana de los grupos de interés, su caracterización y la interlocución a través de los representantes reconocidos y válidos de esos grupos, para coordinar la forma de la participación y las acciones en el desarrollo del programa. Una buena comunicación bidireccional es una parte crítica del programa de gestión social y se requiere habilitar los medios para permitir un diálogo abierto y significativo entre la operadora, contratistas y partes interesadas (comunidad, autoridades y organizaciones sociales).

Se recomienda que el liderazgo de la gestión social sea ejercido por personal de la compañía operadora; sin embargo, la estrategia a aplicar para realizar la gestión social la determinará el propietario del proyecto acorde con las consideraciones de conveniencia y oportunidad. Los profesionales que desarrollen la gestión social requerida para el proyecto se encargarán de las relaciones con la comunidad, materializarán la gestión social prevista para el proyecto, con responsabilidad y funciones definidas para resolver los asuntos de su nivel de competencia, y para realizar el trámite ante las instancias superiores. La gestión social del proyecto se adelantará teniendo en consideración las siguientes estrategias:

- Comunicación: para satisfacer el ejercicio del derecho a la información, como también para acopiar los datos y construir los indicadores que permitan formular los planes, identificar los conflictos y definir soluciones.
- Coordinación: para lograr los objetivos mediante la aplicación eficiente del recurso humano y de los medios materiales puestos a disposición del programa.
- Orientación: al contratista de sísmica y a la comunidad. El manejo de criterios unívocos, la metodología y los objetivos permitirán la obtención de beneficios para el programa y para la comunidad.
- Monitoreo de la dinámica social: que permita hacer seguimiento permanente y cercano de las relaciones con la comunidad. Programa para determinar oportunamente las modificaciones, los avances, inquietudes o expectativas que puedan afectar el desarrollo de la actividad.
- Hacer énfasis en la importancia del cumplimiento ambiental que aplica y las políticas de la empresa, así como involucrar a los interesados desde el principio del proyecto, escuchando y respondiendo a sus problemáticas e inquietudes sobre el desarrollo del proyecto.

Algunos de los aspectos clave para asegurar el éxito de la gestión social del proyecto se enumeran a continuación:

- Identificar a los líderes locales que representan los sentimientos generales de la comunidad. Cuanto antes se haga esto en la planificación del proyecto, se podrá asegurar una comunicación clara y posibilitará una interacción más eficaz.
- Contar con un mapa de actores que permita la identificación de los grupos de interés y contar con un plan de relacionamiento. Cuanto antes se pueda hacer esto en la planificación del proyecto, mayor será la probabilidad de éxito.
- Establecer y gestionar los canales de comunicación necesarios para mantenerse al tanto de los intereses y preocupaciones de la comunidad, sobre el desarrollo del proyecto.
- Desarrollar una comprensión de la historia asociada con actividades previas

en el área, antes de involucrar al público local. Si otra compañía o industria ha construido o destruido la confianza por parte de la comunidad del área del proyecto, esto ayudará a diseñar la estrategia de relacionamiento.

- Adoptar medidas para disminuir las posibilidades de causar perturbaciones a la economía local y a la seguridad vial en particular.
- Comunicar claramente la naturaleza temporal de las operaciones geofísicas y las reales posibilidades de obtener beneficios económicos (contrataciones y compras) a nivel local, incluyendo la contratación de personal. No hacer compromisos que sean difíciles o imposibles de cumplir.
- Atender de manera clara y con debido fundamento técnico las preocupaciones ambientales que se manifiestan por la comunidad, en particular lo relacionado con el ingreso a los predios y los potenciales impactos sobre el recurso hídrico.
- Capacitar al personal profesional del proyecto (que ostente la calidad de foráneo) sobre las costumbres, tradiciones y creencias religiosas locales para evitar conflictos. Aplicar y hacer cumplir las normas y procedimientos en desarrollo del proyecto, que protejan los recursos y las creencias culturales de las comunidades locales.
- Si es necesario, restringir las operaciones durante ciertos periodos o durante ciertas horas del día, para no interferir con las actividades de caza y pesca de la comunidad local.
- Reconocer situaciones en las que las operaciones pueden conducir a que se promuevan ocupación de áreas no intervenidas o baldíos (por ejemplo, construcción de accesos a líneas sísmicas en áreas aisladas) y adoptar medidas preventivas para evitar su materialización.
- Es conveniente que las operadoras establezcan un “código de conducta” de los empleados, subcontratistas y terceros. Este debería describir el comportamiento esperado de todo el personal asociado con el proyecto al desarrollar las operaciones. Estas medidas están diseñadas para minimizar los comportamientos negativos con la comunidad local y el ambiente.
- Identificar maneras de proporcionar beneficios apropiados a la comunidad local, tanto en las inversiones previstas contractualmente como los que considere apropiados a través de la ayuda voluntaria de la empresa. Evaluar los proyectos de inversión social acordados a la luz de la capacidad de la comunidad para sostener dichas iniciativas una vez finalizado el proyecto en campo.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora.

**Tabla 6.15. Gestión social del programa sísmico**

FASE	ALCANCE	RESULTADOS	MOMENTO	ACTOS DE FORMALIZACIÓN
EJECUCIÓN DE LAS MMA	Las comunidades y autoridades locales serán debidamente informadas del diseño a implementar y de las acciones desarrolladas para el cumplimiento de las MMA.	Prevención de la ocurrencia de impactos sociales.	Durante todas las fases del desarrollo del programa sísmico.	Actas de reunión para los eventos formales e informales que se realicen, suscritas por las partes.
SEGUIMIENTO Y MONITOREO	Seguimiento y monitoreo de cada uno de los impactos causados por el programa, a través de visitas de campo para vigilar y verificar la ejecución de la gestión ambiental con representantes de las autoridades locales y comunidades.	Prevención y mitigación de impactos ambientales analizados y evaluados. Información necesaria del manejo ambiental y social del proyecto a la administración municipal, autoridades locales y comunidad del área	Durante todas las fases del desarrollo del programa sísmico.	Informe de gestión realizada y resultados del seguimiento y monitoreo. Actas de reunión de socialización de resultados
INFORMES DE AVANCE	Presentación de informes de avance y cumplimiento, con la periodicidad establecida por las MMA de acuerdo con la duración del programa.	Evaluación de la gestión en el aspecto social, de manera integral, y formulación de estrategias de ajuste y adaptación.	Durante todas las fases del desarrollo del programa sísmico.	Presentación del documento.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6.16. Acciones del plan de gestión social**

ACCIONES	ALCANCES
Posicionar a la compañía operadora y al contratista de sismica en el área del programa	Acercamiento a la comunidad a través de sus representantes reconocidos (autoridades, líderes comunitarios, etc.), mediante el desarrollo de una estrategia de comunicaciones que informe sobre la presencia de las compañías en el área y sobre las actividades que se van a desarrollar, que abra el diálogo y sienta las bases de las futuras relaciones con los pobladores de la zona donde se ejecutará el programa.
Información a la comunidad sobre el programa sísmico y sus implicaciones ambientales y sociales	Información abierta y oportuna, a través de talleres, folletos y otros medios de comunicación, sobre las actividades que se van a desarrollar en el área, incluyendo las implicaciones ambientales reales y sociales y las medidas de manejo diseñadas para prevenir, controlar, mitigar o compensar los efectos ambientales. En este caso la información sobre impactos ambientales debe ser transmitida por el especialista en materia ambiental las veces que sea necesario.

ACCIONES	ALCANCES
Explicación de la legislación ambiental, participación ciudadana y permisos obtenidos	<p>La comunidad debe ser informada acerca de las determinaciones tomadas por la autoridad ambiental, así como sobre los derechos que la asisten en la protección de los recursos del ambiente y los medios habilitados de que se disponen para ejercer estos derechos.</p> <p>Se debe crear una matriz de cumplimiento legal ambiental específica para el proyecto, que incluya normativa ambiental nacional, regional y actos administrativos asociados al proyecto. Así mismo, se deben detallar los permisos ambientales obtenidos para el desarrollo del proyecto y precisar las condiciones bajo las cuales han sido otorgados.</p>
Explicación de las políticas ambientales y de contratación, seguridad y salud en el trabajo.	<p>Divulgación amplia de las políticas, para orientar a quienes se vinculen al programa y para definir un marco de referencia para la actuación de las veedurías ciudadanas o la aplicación de otros mecanismos de control por parte de la comunidad.</p> <p>Definir canales de comunicación internos y externos para transmitir de forma correcta la información sobre el proyecto.</p>
Capacitación a la comunidad y al personal vinculado al programa	<p>La capacitación se realiza para que el contratista pueda responder eficazmente a las exigencias de manejo ambiental y social derivadas de las medidas de manejo ambiental. La capacitación se realizará para que los involucrados y la comunidad reconozcan los lineamientos que en materia ambiental y social deben tenerse en cuenta para la ejecución del proyecto sísmico. Será responsabilidad común (operadora, contratista y comunidad) el trabajar por su cumplimiento, promoviendo el uso de los mecanismos habilitados por el proyecto para su información y participación, que permitan perfeccionar las acciones de seguimiento y control de las actividades.</p>
Atención a las inquietudes y expectativas de la comunidad	<p>La atención de las inquietudes y expectativas de la comunidad debe darse de manera organizada. La responsabilidad estará en cabeza del líder designado por la operadora para llevar las relaciones con la comunidad, éste deberá disponer de los mecanismos necesarios y acordes al contexto en que se desarrolle el proyecto, para atender y resolver las inquietudes y expectativas de los grupos de interés.</p>
Monitoreo y seguimiento a la dinámica social del área de influencia	<p>Las medidas de manejo ambiental se establecen en fichas ambientales que aseguran el monitoreo y seguimiento al aspecto social. En este aspecto, los resultados de la evaluación permanente a través de mecanismos como los sondeos de opinión o las entrevistas a líderes comunitarios, debe retroalimentar el proceso para mejorar la toma de decisiones, orientar la acción y prevenir y manejar el conflicto.</p>

Fuente: elaboración propia.

Versión 2 Octubre 2024	<b>6.17. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL</b>	SIS-6-170
---------------------------	--	-----------

## 1. OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN

- Sensibilizar a todo el personal que participe en el programa acerca de la necesidad de manejar adecuadamente y proteger los recursos naturales durante la ejecución del proyecto.

- Fortalecer en las compañías de sismica la capacidad de gestión ambiental que facilite el desarrollo de las políticas ambientales, y la concreción de las medidas de manejo del proyecto.

## 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fases preoperativa y operativa.

## 3. ALCANCES

El personal que desarrolla el proyecto dentro de la organización debe comprender los procedimientos operativos y las políticas para poder implementarlos. La capacitación debe explicar la importancia de las responsabilidades y acciones ambientales de cada persona que labora en el proyecto. Es muy importantes que los directores del proyecto e instancias operativas sean conscientes de cómo las regulaciones ambientales afectan el trabajo que realizan y qué se debe hacer para cumplir con las regulaciones y los requisitos en esta materia.

El programa de capacitación se desarrollará tanto para el personal que ingresa a trabajar al proyecto (inducción) y con reuniones periódicas (fortalecimiento) dirigidas al personal y abarcará, como mínimo, los siguientes temas generales entre otros:

- Explicación de los objetivos, políticas y operaciones de la compañía de acuerdo con las diferentes actividades a desarrollar y con los frentes de trabajo establecidos.
- Dar los lineamientos generales de la política laboral, seguridad y salud en el trabajo y ambiental de la compañía de labores de sismica.
- Familiarizar al personal con las medidas de manejo ambiental antes de iniciar las operaciones, para que conozca las medidas establecidas y la obligatoriedad de su cumplimiento.
- Instruir al personal sobre las normas básicas de seguridad y salud en el trabajo para minimizar la ocurrencia de accidentes de trabajo.
- Brindar al personal instrucciones generales sobre las medidas de manejo ambiental a implementar en el proyecto.
- Sensibilizar al personal acerca de la importancia y necesidad de manejar y preservar adecuadamente los recursos naturales.
- Se debe capacitar al personal del proyecto e impartir instrucciones exactas relacionadas con la prohibición absoluta e inmodificable de practicar la pesca, la caza, la captura o el comercio de especies animales o vegetales durante el desarrollo del proyecto.
- Incluir, además de los temas de manejo ambiental, charlas acerca de saneamiento básico, salud en el trabajo, enfermedades locales detectadas y sus medidas preventivas, drogadicción, ecología, manejo de residuos, manejo de sustancias químicas, respeto a la comunidad y orden y aseo en frentes de trabajo.
- Control de emergencias: familiarizar al personal con las acciones operativas y los equipos de seguridad para control de emergencias y control de derrames, instrucción en técnicas de primeros auxilios, prevención de accidentes, dar a conocer números de emergencia, las brigadas ambientales, brigadistas de emergencias y personal de Health, Security and Environment - HSE del proyecto. Fomentar el trabajo seguro en cada una de las actividades.
- Precisar las políticas de relacionamiento con la población del área de influencia del proyecto, manejo general de relaciones con esta, sus costumbres y cultura,

La capacitación durante las operaciones incluirá información específica del área del proyecto y otros temas como:

- Protección de la fauna silvestre, vegetación y fauna acuática del área y sobre la articulación con la CAR para atención de fauna en emergencia.
- Prohibiciones y restricciones en relación con la fauna silvestre y flora.
- Culturas locales y sitios arqueológicos.
- Limpieza, accesos y transporte.
- Métodos de minimización de residuos, reciclaje, reducción y reutilización.
- Prevención y control de incendios.
- Manipulación y almacenamiento de materiales peligrosos, combustibles y aceites.
- Medidas de manejo ambiental en actividades de topográfica, perforación y registro.
- Tacado de pozos (si procede).
- Medidas de restauración del área.
- Política y expectativas ambientales de la operadora.
- Identificación y retiros de área sensibles.
- Gestión social y relaciones con la comunidad.

La capacitación ambiental debe abordarse durante la planificación y ser parte de las reuniones rutinarias de salud, seguridad y ambiental.

## 4. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

## 5. MOMENTOS DE LA CAPACITACIÓN

Los momentos de la capacitación, a manera de propuesta, se muestran en el **Tabla 6-17**.

**Tabla 6.17. Programa de capacitación de personal**

CONTENIDO	MOMENTO SUGERIDO PARA LA CAPACITACIÓN		
	INICIO DEL PROYECTO	INCORPORACIÓN (INDUCCIÓN)	EN ACTIVIDADES ESPECÍFICAS
1. Presentación de las políticas ambientales y de seguridad y salud en el trabajo de las empresas involucradas en el proyecto (responsable del proyecto y contratista de sísmica).	X	X	
2. Normas ambientales que rigen la adquisición sísmica terrestre y normatividad de otra índole asociadas al proyecto)	X	X	X
3. Cumplimiento a las capacitaciones establecidas en las diferentes fichas de las MMA.	X	X	X

CONTENIDO	MOMENTO SUGERIDO PARA LA CAPACITACIÓN		
	INICIO DEL PROYECTO	INCORPORACIÓN (INDUCCIÓN)	EN ACTIVIDADES ESPECÍFICAS
4. Qué es un programa sísmico y cuáles son sus actividades en cada frente de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trocha (pica) y topografía</li> <li>• Perforación</li> <li>• Detonación o vibradores y registro</li> <li>• Desmantelamiento y restauración</li> </ul>	X	X	
5. Medidas de seguridad y salud en el trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señales y Uso de elementos de seguridad</li> <li>• Medidas para transporte de personal, maquinaria y equipo</li> <li>• Plan de contingencia</li> <li>• Control de incendios</li> <li>• Salud ocupacional</li> <li>• Primeros auxilios: uso del botiquín y atención de emergencias.</li> </ul>	X	X	X
6. Medidas de manejo ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de residuos, gestión social y plan de contingencias</li> <li>• Corte y manejo de vegetación, prohibiciones</li> <li>• Control a la afectación del recurso hídrico subterráneo y superficial</li> <li>• Instalación y operación de campamentos</li> </ul>	X	X	X
7. Seguimiento y restauración <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de monitoreo previsto</li> <li>• Medidas de restauración</li> </ul>	X	X	
8. Valoración de los aprendizajes HSE y técnico del personal (técnica de encuesta o evaluación específica)		X	

Fuente: elaboración propia.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.18. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

SIS-6-180

### 1. OBJETIVO

Determinar procedimientos organizados para identificación de escenarios de riesgo, realizar su valoración y asegurar la gestión del riesgo incluida la atención de las emergencias derivadas de proyecto de adquisición sísmica.

### 2. PANORAMA DE RIESGOS

Definir los escenarios de riesgos de acuerdo con las amenazas según su origen, teniendo en cuenta el documento "Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes" (UNGRD, 2017), di-

ferenciando entre amenazas naturales, socio naturales, antrópicas y operacionales. Los principales riesgos asociados al desarrollo de un programa sísmico terrestre pueden sintetizarse de la siguiente forma (lista no exhaustiva), de la **tabla 6-18**.

**Tabla 6.18. Riesgos asociados a proyectos de adquisición sísmica**

EVENTO	ASPECTOS A ANALIZAR
<p>Incendio o explosión, que ocasione la destrucción de la vegetación, afecte la estabilidad de los suelos o ponga en riesgo a las personas o a sus bienes</p> <p>El fuego puede propagarse rápidamente en condiciones secas. La prevención de incendios es crítica en terrenos empinados y áreas boscosas.</p>	<p>Considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales (explosivos; combustibles) utilizados, y su manejo</li> <li>• Estado mecánico de equipos</li> <li>• Señalización; medidas de prevención.</li> <li>• Control de fuentes de ignición (chispas, llamas y calor).</li> <li>• Conciencia de las condiciones estacionales (verano e invierno).</li> </ul>
<p>Activación de fenómenos naturales en el área del proyecto, que afectan el desarrollo de las actividades de exploración.</p>	<p>Considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimientos de tierra en masa y derrumbes.</li> <li>• Avalanchas y flujos torrenciales en cuerpos de agua</li> <li>• Niveles de riesgos por amenaza sísmica natural.</li> </ul>
<p>Derrame de combustibles o lubricantes. Puede deteriorar las condiciones del suelo, el agua o la vegetación.</p>	<p>El análisis debe contemplar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de combustibles y lubricantes</li> <li>• Almacenamiento de combustibles y lubricantes</li> <li>• Estado mecánico de equipos</li> <li>• Reaprovisionamiento, reparaciones mecánicas y cambios de lubricantes para equipos y maquinaria</li> <li>• Disposición de residuos</li> </ul>
<p>Accidentes en campo que ponen en peligro, lesionen u ocasionen pérdidas humanas.</p>	<p>Considerar los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volcamiento</li> <li>• Accidente aéreo</li> <li>• Quemaduras</li> <li>• Explosión</li> <li>• Mordedura de serpientes</li> <li>• Reacción alérgica a plantas o animales</li> <li>• Insolación</li> <li>• Caída libre en áreas montañosas</li> <li>• Caída al agua o inundación</li> <li>• Manejo o utilización de herramientas</li> </ul>
<p>Afectación a un cauce de agua, por el paso de vehículos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado mecánico de equipos</li> <li>• Erosión de las ribera y cauce</li> </ul>
<p>Afectación a la disponibilidad del agua subterránea</p>	<p>Estado de las fuentes de aprovisionamiento utilizadas por la población.</p>

Fuente: elaboración propia.

### 3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Este plan de gestión del riesgo se elabora junto con el documento ambiental (EIA o MMA) requerido para el proyecto de adquisición sísmica y deberá ser formulado en la etapa de planeación de cualquier proyecto sísmico. El plan de gestión del riesgo debe cubrir las diferentes etapas del desarrollo del programa y estar enfocado hacia aquellos impactos potenciales identificados en el panorama de riesgos y cuya ocurrencia no pueda prevenirse o mitigarse a través de los instrumentos que proporciona el documento de medidas de manejo ambiental.

Se debe formular el plan de gestión del riesgo de acuerdo con las consideraciones y lineamientos previstos en el Decreto Presidencial 1868 del 2021 que adopta el Plan Nacional de Contingencia frente a pérdidas de contención de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas y el Decreto Presidencial 2157 del 2017 que la reglamenta. El plan de gestión del riesgo es un instrumento de planificación que permite al usuario anticipar una situación de emergencia y tomar decisiones adecuadas, organizacionales y operativas, para su manejo y control eficaz.

#### DOCUMENTO PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Una vez que se identifican todos los riesgos asociados al proyecto de adquisición sísmica de manera específica, se debe establecer un plan de gestión del riesgo. Este plan definirá medidas, como las mejores prácticas y procedimientos de trabajo específicos, para evitar la materialización de los riesgos identificados. La planificación puede incluir medidas de prevención, mitigación, monitoreo, remediación, manejo del desastre, así como de evaluación y seguimiento para verificar la efectividad.

El plan de gestión del riesgo es el documento donde se consignan la identificación de amenazas, elementos expuestos y estos sean la base para la estructuración de los escenarios de riesgos que generan las medidas de monitoreo, reducción y estrategias y procedimientos de respuesta y también la disposición ordenada de los medios humanos y materiales para la ejecución del proyecto, con el fin de asegurar medidas de prevención o mitigación del riesgo o la intervención inmediata ante la ocurrencia de una emergencia y su atención adecuada bajo procedimientos establecidos en un Plan de Emergencia y Contingencia. Dicho plan se debe formular bajo los lineamientos establecidos en los Decreto de la Presidencia 1868 del 2021 y 2157 del 2017.

En la **tabla 6-19** se resume la estructura del plan de acuerdo con los lineamientos dados por el gobierno en el Decreto Presidencial 2157 del 2017.

**Tabla 6.19. Estructura del plan de gestión del riesgo**

ESTRUCTURA	CONTENIDO	OBJETIVO
PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO	Provee la base temática para desarrollar los procesos de reducción del riesgo y de manejo del desastre.	Incluye las siguientes acciones: Establecimiento del contexto. Incluye la información general de la actividad, el contexto interno y externo donde se desenvuelven las actividades y el contexto de gestión del riesgo. Valoración del riesgo. Desarrollo las fases de Identificación del riesgo, Análisis del riesgo y evaluación del riesgo. Monitoreo del riesgo. El monitoreo del riesgo permite conocer el comportamiento en el tiempo de los riesgos, sus amenazas y vulnerabilidades

ESTRUCTURA	CONTENIDO	OBJETIVO
<p><b>PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO.</b></p>	<p>Consiste en el tratamiento del riesgo para definir el tipo de intervención, las directrices para el diseño y las especificaciones técnicas de las medidas a implementar para modificar los riesgos identificados, analizados y evaluados en el proceso de conocimiento del riesgo.</p>	<p>Determina las siguientes acciones:</p> <p>Intervención correctiva. Su objetivo es disminuir el nivel de riesgo existente de la población, los bienes sociales, económicos o ambientales del área de influencia de probable afectación, a través de acciones de mitigación.</p> <p>Intervención prospectiva. Se busca garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo y se concreta a través de acciones de prevención.</p> <p>Protección financiera. Instrumentos del mercado financiero suscritos de manera anticipada para disponer de recursos económicos, una vez se materialice el riesgo</p>
<p><b>EN EL PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE</b></p>	<p>De los resultados del análisis específico de riesgos (proceso de conocimiento) y las medidas implementadas de reducción del riesgo, se estructura el Plan de Emergencia y Contingencia o proceso de manejo del desastre</p>	<p>Incluye la formulación del Plan de Emergencias y Contingencia -PEC. Es la herramienta de preparación para la respuesta que con base en unos escenarios posibles y priorizados (identificados en el proceso de conocimiento del riesgo), define los mecanismos de organización, coordinación, funciones, competencias, responsabilidades, así como recursos disponibles y necesarios para garantizar la atención efectiva de las emergencias que se puedan presentar. El plan que se formule debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente de preparación para la respuesta a emergencias.</li> <li>• Componente de ejecución para la respuesta a emergencias.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, al formular el Plan de Emergencias y Contingencia -PEC se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Plan Nacional de Contingencias, adoptado por el Decreto Presidencial 1868 del 2021, asegurándose que se cumpla con la normatividad establecida al respecto. En la tabla 6-20 se precisa la estructura y alcance del plan de contingencia que se debe formular.

Tabla 6.20. Estructura del plan de contingencia - PNC (Decreto 1868 del 2021)

ESTRUCTURA	CONTENIDO	OBJETIVO
COMPONENTE ESTRATÉGICO	Formulación de objetivos y niveles de activación	<p>Servir de instrumento rector de las entidades públicas y privadas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) para el diseño y realización de acciones dirigidas a la preparación y la respuesta integral frente a incidentes por pérdida de contención de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas en áreas marítimas, continentales, insulares y fluviales del país.</p> <p>Para la clasificación del nivel de alarma se consideran las siguientes posibilidades y características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel 1: Las capacidades de Nivel 1 describen los recursos del responsable de la Actividad que se mantienen a nivel local utilizados para mitigar la pérdida de contención de la sustancia peligrosa que son generalmente operativos en naturaleza y ocurren en las propias instalaciones del responsable de la actividad o cerca de estas.</li> <li>• Nivel 2: Las capacidades del Nivel 2 se refieren a los recursos adicionales, a menudo compartidos, subnacionales o regionales, necesarios para ofrecer una respuesta de Nivel 1 o para apoyar una respuesta que crece en magnitud. La capacidad del Nivel 2 incluye una amplia selección de equipos y conocimientos adecuados para una gama de opciones de respuesta estratégica.</li> <li>• Nivel 3: Las capacidades de Nivel 3 son recursos disponibles a nivel nacional y/o internacional que complementan adicionalmente los Niveles 1 y 2. Comprenden los recursos necesarios para pérdidas de contención que requieran una respuesta adicional significativa debido a la escala del incidente, complejidad y/o al impacto potencial.</li> </ul>
	Responsabilidades y funciones	Precisa las obligaciones de la Industria, de las autoridades y entidades nacionales, de las autoridades y entidades territoriales y de las instancias de coordinación de la respuesta.
	Sistema Comando de Incidente (SCI)	El Sistema Comando de Incidente es un sistema de gestión ampliamente reconocido y aplicado en emergencias, tanto por entidades públicas como privadas, por lo cual los Protocolos I y II de respuesta en el presente PNC operarán bajo la metodología del SCI, para garantizar la efectividad y eficiencia en la preparación, organización y manejo de los incidentes por pérdida de contención de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas.
	Implementación del Plan Nacional de Contingencia	<p>La implementación del PNC en el nivel nacional estará bajo la coordinación del Comité Nacional para el Manejo de Desastres, y consta de las siguientes fases principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación</li> <li>• Diagnóstico, ajuste e implementación</li> <li>• Mantenimiento operacional</li> </ul>
	Financiación del PNC	Precisa las fuentes de financiación del PNC y el esquema financiero.

ESTRUCTURA	CONTENIDO	OBJETIVO
COMPONENTE OPERATIVO	PROTOCOLO I DE RESPUESTA (Respuesta a incidentes en actividades marítimas)	Establece los mecanismos de coordinación interinstitucional e intersectorial en concordancia con sus responsabilidades funcionales, bajo la coordinación operativa de la Dirección General Marítima, en aplicación de los convenios internacionales referidos en este documento y en las directrices de la Organización Marítima Internacional, en caso de un incidente por pérdida de contención de sustancias peligrosas derivadas de las operaciones en las actividades marítimas.
	PROTOCOLO II DE RESPUESTA (Respuesta a incidentes en zona continental)	<p>Establece los mecanismos de coordinación interinstitucional e intersectorial en concordancia con sus responsabilidades funcionales, bajo las disposiciones y lineamientos de la Dirección Nacional de Bomberos de Colombia (DNBC) y la coordinación operativa de los cuerpos de bomberos, en caso de un incidente por pérdida de contención de sustancias peligrosas derivadas de las actividades en la zona continental del país.</p> <p>Se desarrolla dentro del numeral los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización para la respuesta: la organización para la respuesta eficiente y efectiva a incidentes por pérdida de contención de sustancias peligrosas se fundamenta en la participación de los actores públicos, privados y comunitarios y en la coordinación interinstitucional y multisectorial bajo los principios sistémicos, de concurrencia, subsidiariedad y complementariedad.</li> <li>• Procedimientos operativos: precisa los pasos para atender la contingencia determinando la evidencia de la ocurrencia del incidente, notificación y alerta, evaluación preliminar e inicio de acción, respuesta (Plan de Acción del Incidente) y cierre operativo.</li> <li>• Acciones coordinadas para la respuesta: precisa la articulación con la Política Nacional de Gestión del Riesgo, define un sistema de comunicaciones, determina los mecanismos para las operaciones de respuesta, la notificación a los estados vecinos y las obligaciones de pagar los servicios prestados.</li> <li>• Finalización de la emergencia: obliga en la fase final de la atención de la emergencia, a que el responsable de la actividad recopile la documentación generada durante la atención del incidente, y con base en ella a elaborar un informe final, en un plazo no mayor a 20 días hábiles a partir de la oficialización del cierre operativo.</li> </ul>

ESTRUCTURA	CONTENIDO	OBJETIVO
COMPONENTE INFORMÁTIVO	Requerimiento de información del sector público y privado	<p>El Componente Informático del PNC establece las bases de lo que éste requiere en términos de sistemas de manejo de información, a fin de que los componentes estratégico y operativo sean eficientes. Para afrontar con éxito una emergencia, determina:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimiento de información del sector público y privado: el PNC requiere consolidar información de tipo geográfica, listados generales, bases de datos, normatividad, entre otras, la cual se pueda consolidar en el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SNIGRD).</li> <li>• Grupo Nacional de Equipos y Expertos (GNEE): el Grupo Nacional de Equipos y Expertos es un inventario detallado de equipos y expertos a nivel nacional, en el cual se relacionan las características, especificaciones técnicas y localización de los equipos utilizados para el control y manejo de pérdidas de contención de sustancias peligrosas.</li> </ul>

Fuente: Adaptado del Plan Nacional de Contingencias.

## 4. RECOMENDACIONES FINALES

Para formular estrategias tendientes a prevenir la generación de emergencias y contingencias y evitar la contaminación es necesario identificar lo siguiente:

- Identificar de manera precisa las sustancias tóxicas y combustibles que maneja el proyecto.
- Cuáles de las sustancias en uso son peligrosas y cuáles sustancias inocuas podrían sustituirlas;
- Cómo se puede evitar contaminar el ambiente e identificar medidas de manejo adecuadas;

Para identificar y aprovechar las oportunidades de evitar acciones que generen contaminación, se necesita contar con la información para predecir los riesgos y diseñar estrategias que mantengan los riesgos dentro de un nivel que se considere aceptable.

A pesar de que en el proceso de manejo del desastre se prevé el componente de preparación para la respuesta a emergencias, el cual incluye la formulación de planes de capacitación y entrenamiento, se hace especial énfasis en la inclusión dentro del proyecto de capacitación para el personal directivo y los trabajadores, en el manejo de eventuales emergencias, cuyo objeto sea desarrollar en ellos las habilidades requeridas para su administración y control, y su articulación con equipos de mayor capacidad y especialización, que se encuentren previstos en el plan de gestión del riesgo.

Los procedimientos de notificación de incendios son importantes porque la respuesta rápida es crítica, esto se extiende a los avistamientos de incendios no asociados con la operación. En los proyectos de adquisición sísmica se debe hacer especial énfasis en el manejo del riesgo de incendios y derrames, definiendo en el documento de gestión del riesgo medidas tales como:

- Capacitación en prevención de incendios.
- Reglas definidas para restricciones de fumar y hacer fogatas a los trabajadores.
- Estrategias de control de derrames.
- Lineamientos de manejo de combustibles y almacenamiento
- Capacitación para combatir incendios en etapas incipientes.
- Definir equipos y protocolos de respuesta a emergencias (servicios locales de emergencia).

El contratista de sismica debe asegurarse de contar con los equipos suficientes, según la naturaleza del riesgo, que le permitan manejar adecuadamente las emergencias y relacionar de los que dispondrá en el caso que el nivel de activación supere sus capacidades propias (equipos o experticia).

Tanto en la etapa de formulación del plan de gestión del riesgo como en las acciones operativas para su implementación, se recomienda realizar un trabajo de colaboración y articulación estrecha con los Comités Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres – CMGRD. Este trabajo permitirá precisar la revisión previa de sus instrumentos y elementos existentes a nivel local, conocer antecedentes del análisis histórico de eventos del territorio donde se desarrolla la actividad y asegurar la formulación de estrategias conjuntas para la atención oportuna de los eventos que se puedan presentar en desarrollo del proyecto.

## 5. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y/o contratista.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.19. MONITOREO Y SEGUIMIENTO

SIS-6-190

### 1. OBJETIVO

Brindar para la ejecución del programa sísmico las herramientas que permitan generar la información requerida para evaluar la gestión ambiental. Recolectar los datos necesarios para construir los indicadores propuestos para las labores de adquisición sísmica. Adicionalmente debe considerar:

1. Cumplimiento de las obligaciones por el operador.
2. Protección de los recursos naturales.

### 2. LINEAMIENTOS GENERALES

El seguimiento se lleva a cabo para asegurar que las medidas de prevención, mitigación y protección discutidas y analizadas en el instrumento de manejo ambiental diseñado para el proyecto, como parte de la gestión ambiental prevista, se implementan en el campo, esta labor regularmente la realizará el operador ya sea de manera directa o a través de empresas especializadas que realizan la interventoría ambiental. El seguimiento también es útil para el contratista, ya que permitirá la comunicación en el sitio con el responsable del proyecto o interventoría de manera regular en caso de que surjan preguntas sobre la aplicación práctica de las medidas de prevención, mitigación o corrección o compensación.

Los representantes de la operadora o interventoría deberán inspeccionar y/o acompañar eventual y regularmente entre otros aspectos: tramos de líneas sísmicas, actividades de topografía, perforación, registro, rutas de acceso. También monitorearían las áreas de estacionamiento, campamentos, el uso de helicópteros, vehículos, el uso de vibradores (de haber lugar), procedimientos de seguridad y otros aspectos de la operación (saneamiento, comunicaciones, etc.).

Considerar las siguientes medidas para su cumplimiento en desarrollo del proyecto sísmico:

1. Contar por lo menos con un representante del operador o la interventoría realizando tareas de seguimiento durante el desarrollo de las operaciones hasta la terminación del programa sísmico incluyendo la fase post operativa.
2. La intensidad del seguimiento quedará a discreción la operadora o la interventoría según el estado del proyecto y el riesgo de recursos naturales.
3. Mientras realiza las tareas de seguimiento, la operadora o la interventoría genera reportes diarios de los resultados obtenidos y los informará al líder y área ambiental del contratista, para asegurar los correctivos. El informe debe describir las observaciones diarias, los problemas, las soluciones y cualquier otro elemento de interés.
4. Se programarán reuniones periódicas para tratar la gestión ambiental y social realizada entre la operadora o la interventoría y el contratista del proyecto.

El seguimiento también servirá para fomentar enfoques innovadores para la solución de problemas operativos, en caso de que se presenten durante las operaciones geofísicas y obtener elementos para mejorar en la toma de decisiones futuras. Con lo anterior se busca:

1. Comunicación adecuada, coordinación y corrección inmediata de cualquier desempeño inaceptable durante operaciones sísmicas.
2. La interventoría debe estar coordinada con el líder del proyecto por el contratista. También tendrán conocimiento sobre el área del proyecto, caminos de acceso, áreas restringidas y áreas potencialmente problemáticas. Se recomienda que la interventoría y el contratista en lo posible, realicen un breve recorrido en el terreno donde se realizarán las actividades antes del inicio de las operaciones.
3. Los representantes de la interventoría deben seguir las mismas reglas, términos y condiciones en materia de gestión ambiental y social que el contratista.
4. Se llevará un registro fotográfico del proyecto de las actividades que sean consideradas relevantes por parte del contratista o de la comunidad; antes y después del desarrollo de las labores.
5. Se prestará especial atención a la interacción entre los medios de transporte utilizados en el proyecto y los recursos naturales, en especial la fauna.

### 3. ASPECTOS INCLUIDOS

Teniendo en cuenta las características de la actividad y sus efectos potenciales, los aspectos o elementos objeto de seguimiento serán entre otros los listados en la **Tabla 6.21**.

**Tabla 6.21. Elementos sujetos de seguimiento y monitoreo ambiental**

ASPECTO	CONTENIDO DEL ANÁLISIS
<b>RECURSOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua superficial y subterránea</li> <li>• Suelo</li> <li>• Vegetación</li> </ul>	a) Aprovechamiento de recursos. b) Modificaciones en la calidad o disponibilidad imputables al programa sísmico.
<b>SISTEMAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Residuos no peligrosos</li> <li>• Residuos peligrosos</li> </ul>	a) Aplicabilidad de los sistemas propuestos. b) Afectación de recursos.

ASPECTO	CONTENIDO DEL ANÁLISIS
PROGRAMAS EN LAS MMA DEL PROYECTO <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación</li> <li>• Gestión social</li> <li>• Recuperación de áreas afectadas</li> </ul>	a) Cumplimiento de objetivos y metas. b) Eficacia de la gestión.
REGLAMENTACIÓN <ul style="list-style-type: none"> <li>· Permisos de captación de agua</li> <li>· Permisos de vertimientos</li> <li>· Permiso de ocupación de cauces</li> <li>· Permisos de aprovechamiento forestal</li> <li>· Sustracción de reserva</li> </ul>	a) Trámite previo al inicio del proyecto para obtención del permiso b) Cumplimiento de las obligaciones
ANÁLISIS ASPECTO SOCIAL	a) Niveles de participación ciudadana b) Nivel de aceptación para futuros desarrollos hidrocarburíferos. c) Variaciones en las condiciones socioeconómicas y culturales locales.

Fuente: elaboración propia.

### 3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

El sistema de monitoreo y seguimiento incluye las siguientes actividades principales:

- Definición de los indicadores de la gestión ambiental.
- Determinación de las necesidades de información para satisfacer los indicadores definidos (Ver tabla 6.22).
- Planificación de la búsqueda de información.
- Control de calidad de la información generada.
- Los monitoreos los deben realizar laboratorios acreditados ante el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (toma de muestras, laboratorio).
- Análisis de información y reporte de resultados.

**Tabla 6.22. Información del sistema de monitoreo y seguimiento**

VARIABLE	MÉTODO DE EVALUACIÓN	MOMENTO DE ANÁLISIS	PUNTOS DE MEDICIÓN
Calidad del agua y cantidad de agua	<p>a) Análisis fisicoquímico (de parámetros representativos, se sugieren pH, Sólidos Suspendidos totales, turbidez, DQO, entre otros cuando aplique) de muestras puntuales tomadas sobre cuerpos de agua superficiales.</p> <p>b) Aforo de caudales de los cuerpos de agua superficiales que se haga aprovechamiento del recurso, así como manantiales o nacederos que este siendo aprovechado y los demás que se hayan previsto en el plan de monitoreo formulado en el MMA (recolectando información de la variabilidad climática).</p> <p>c) Monitoreo fisicoquímico y toma de niveles estáticos de pozos de aguas subterráneas y aljibes, acorde con el plan de monitoreo del recurso formulado para el proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Antes de iniciar la exploración</li> <li>o Durante el desarrollo del trabajo</li> <li>o Al finalizar actividades (evaluación ex post)</li> </ul> <p>Para aguas subterráneas se debe realizar el monitoreo acorde con lo dispuesto en la sección SIS-6-19. "Monitoreo y Seguimiento a las Aguas Subterráneas" y plan formulado para el recurso en las MMA.</p>	<p>a) En el entorno inmediato de la instalación de campamentos asociados a vertimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales, según lo establezca la Autoridad ambiental competente que otorgue el permiso</p> <p>b y c) Seleccionarse acorde con el inventario de pozos y aljibes del área, variables hidrogeológicas y su representatividad para la estrategia de monitoreo planteada para el proyecto.</p>
Afectación del recurso suelo	<p>a) Análisis de suelos monitoreando parámetros acordes con el tipo de sustancias almacenados.</p> <p>b) Observación y documentación de inestabilidades generadas por el programa.</p>	<p>a) En caso de eventos de derrame de sustancias.</p> <p>c) Antes de la detonación de cargas explosivas o de la actividad de vibración y al finalizar la actividad (evaluación ex post).</p>	<p>Áreas ocupadas por campamentos base y áreas de almacenamiento de combustibles y química.</p> <p>Áreas de trabajo con pendiente entre 20° y 45</p>
Vegetación	<p>a) Volúmenes de madera y número de especímenes autorizados a intervenir en desarrollo del proyecto por la autoridad ambiental en el permiso de aprovechamiento.</p> <p>b) Áreas reforestadas por medidas de compensación realizadas.</p>	<p>Revisión del inventario forestal y tratamientos silviculturales realizados durante el desarrollo del proyecto.</p> <p>Durante el proyecto o al finalizar actividades.</p>	<p>Áreas intervenidas por las actividades del programa.</p> <p>Áreas reforestadas en desarrollo de la compensación establecida.</p>
Utilización de recursos	<p>a) Medición de la cantidad de agua utilizada por el programa.</p> <p>b) Medición de la cantidad de energía utilizada en campamentos.</p>	<p>Consolidado mensual de consumos.</p>	<p>Campamentos.</p>

VARIABLE	MÉTODO DE EVALUACIÓN	MOMENTO DE ANÁLISIS	PUNTOS DE MEDICIÓN
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Observación de prácticas de segregación de residuos en campamentos.</li> <li>b) Cantidad y tipo de residuos generados en desarrollo de las actividades.</li> <li>c) Recolección y almacenamiento</li> <li>c) Gestores de residuos contratados y autorizaciones ambientales vigentes.</li> </ul>	Continuo.	Campamentos y otras áreas ocupadas por el programa.
Mecanismos de participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar acciones y demandas judiciales interpuestas por parte de los ciudadanos, instituciones garantes y organizaciones sociales y civiles.</li> <li>b) Inventario (si es posible) de estas acciones, acompañado de los sustentos evaluativos correspondientes.</li> </ul>	Durante la ejecución del plan o medidas de manejo ambiental y al finalizar la actividad.	Puntos de información, juzgados, tribunales y autoridad ambiental.
Niveles de aceptación del programa.	Determinación del éxito en el manejo del aspecto social dentro del contexto del plan o medidas de manejo ambiental (oferta y demanda).	El éxito del manejo se determina en la evaluación <i>ex post</i> .	Áreas de influencia del programa.
Plan de Gestión del Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Avances en la implementación del plan.</li> <li>b) Logística desplegada para la atención de emergencia y contingencias.</li> <li>c) Capacitaciones realizadas</li> </ul>	Continuo.	Campamentos y frentes de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Versión 2 Octubre 2024	6.20. MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	SIS-6-200
---------------------------	--	-----------

### 1. OBJETIVOS

Plantear medidas ambientales preventivas que aseguren la no afectación de la oferta hídrica subterránea en el área del proyecto de sísmica.

### 2. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase preoperativa, operativa y posoperativa.

### 3. IMPACTOS AMBIENTALES A PREVENIR O MITIGAR

- Cambios temporales en la oferta hídrica.
- Disminución de los niveles freáticos del agua subterránea.
- Modificación puntual y temporal en las características físicoquímica del agua.

### 4. CRITERIOS AMBIENTALES

Se recomienda que el operador o contratista del proyecto de sismica prevea mecanismos para monitorear el comportamiento de las aguas subterráneas en el proyecto, para lo cual se sugiere:

- Realizar una revisión de la información existente sobre el recurso hídrico subterráneo en el área del proyecto y precisar la conveniencia y oportunidad de monitorear el recurso hídrico subterráneo (acuíferos someros) acorde con la información obtenida, de precisarse, considerar hacer Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), Tomografías o Pruebas de Bombeo (de haber pozos que lo permitan) con el fin de planificar el desarrollo de las actividades y adoptar las medidas de seguimiento necesarias sobre los acuíferos someros que se hayan identificado.
- La compañía operadora en el marco de la formulación de las MMA o basada en información hidrogeológica disponible, según aplique, definirá una estrategia para realizar un monitoreo y seguimiento al componente hídrico subterráneo somero, con el fin de evidenciar que no se generó afectación por las actividades sísmicas desarrolladas.
- Hacer un inventario de los elementos ambientales y socioambientales existentes en el entorno de los puntos fuentes. Para el levantamiento de las actas, se sugiere utilizar un margen del 20 % adicional sobre la distancia establecida en la tabla de retiros de la presente guía.
- De los puntos identificados, se recomienda definir una red a monitorear previo a la etapa de registro. Esta red se monitorea posterior a la activación de las fuentes, es decir de la etapa de registro, teniendo en cuenta que los puntos seleccionados puedan verse afectados por los potenciales efectos de las actividades de sismica. Los puntos de monitoreo no pueden estar ubicados a una distancia mayor a la definida para el inventario. La frecuencia y parámetros para monitorear serán los necesarios para determinar si hay efectos en la oferta hídrica subterránea del área y se precisarán en las MMA.
- Los parámetros físicos y químicos a monitorear serán los que se considere pueden verse alterados por las labores ejecutadas, en función de las tecnologías utilizadas, manejo de sustancias y combustibles.
- Desarrollar estrategias para monitorear el caudal y niveles piezométricos (si aplica) en la red de monitoreo definida. Se buscará evidenciar si el proyecto pudo generar modificaciones en la disponibilidad del recurso hídrico del área.
- La formulación del plan de monitoreo y seguimiento de las aguas subterráneas del área del proyecto debe estar orientado por profesionales especialistas en hidrogeología, teniendo en cuenta consideraciones hidrogeológicas y ambientales del área.
- Los resultados obtenidos de la red de monitoreo definida para el proyecto se deben correlacionar con el régimen de lluvias existentes en el área, con el fin de interpretar los resultados obtenidos y evidenciar si el comportamiento hidrogeológico identificado estuvo influenciado por las actividades desarrolladas o fue propio de las condiciones climáticas que prevalecieron.

Estos monitoreos se realizarán con el fin de hacer un seguimiento al comportamiento de los acuíferos someros durante el desarrollo del proyecto, brindando a la compañía operadora que ejecuta la sismica los argumentos técnicos para corroborar si las actividades desarrolladas han influido en la calidad y oferta de las aguas subterráneas del área del proyecto.

En el caso que se prevea dentro de la formulación del plan de seguimiento de aguas subterráneas, la construcción de piezómetros, se debe aplicar lo establecido en la norma NTC 3948 · “Especificaciones Técnicas para la Construcción de un Pozo de Monitores para Aguas Subterráneas”. En la Figura 6.23 se muestra un esquema típico de este tipo de pozos. Para la toma de muestras de los pozos y el análisis de las mismas, se debe realizar por laboratorios acreditados y seguir normas técnicas nacionales que se hayan aprobado por el IDEAM, adicionalmente, considerar las normas técnicas expedidas por el Icontec tales como: las normas GTC-30, NTC-ISO 5667-11: 1996 y NTC-ISO 5667-18 y las normas ASTM D 6452:1999 y ASTM D 4448:2001.

**Figura 6.23. Diseño de un piezómetro tipo**



Fuente: <http://www.maracodigital.net/Aprobaron-el-nuevo-modelo-de-diseno-constructivo-de-freatimetros.html>

## 5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Capacitación del personal de operación.
- Supervisión ambiental de la actividad.
- Monitoreos físico químicos y aforos de caudal.
- Elaboración de reporte final con los resultados de los monitoreos.
- Socialización de los resultados a la comunidad y autoridades.

## 6. RESPONSABILIDAD

Compañía operadora y contratistas.

## 1. OBJETIVO

Para asegurar la gestión ambiental, social y técnica del proyecto de prospección sísmica, es necesario que se prevea el establecimiento de una interventoría cuya función será garantizar que el proyecto de adquisición sísmica se ejecute siguiendo los lineamientos básicos establecidos en el documento ambiental formulado para el proyecto, las normas vigentes en Colombia, la presente guía y las mejores prácticas ambientales de la industria.

## 2. FUNCIONES DE LA INTERVENTORÍA AMBIENTAL

La operadora establecerá una supervisión suficiente para asesorar, capacitar y supervisar a sus contratistas y garantizar el cumplimiento de las condiciones y requisitos ambientales y sociales del proyecto. La supervisión y monitoreo de terceros puede ser realizada por consultores especializados, universidades, centros de investigación, consultores locales, asegurando que se integren equipos interdisciplinarios de profesionales de las áreas de ingeniería, ambiental y social.

Dentro de las funciones de la interventoría se encuentran:

- a. Velar porque el proyecto se desarrolle siguiendo los lineamientos establecidos en las Medidas de Manejo Ambiental o lo determinado en la presente Guía.
- b. Asesorar al contratista de sísmica en la interpretación y ejecución de las Medidas de Manejo Ambiental.
- c. Asesorar al contratista en la toma de decisiones del proyecto que impliquen la aplicación de criterios ambientales o su modificación respecto a lo establecido en las Medidas de manejo ambiental o en este documento.
- d. Evaluar los cambios en las Medidas de manejo ambiental sugeridos por el contratista o por el responsable del proyecto.
- e. Reportar periódicamente (o cuando se solicite) sobre los avances, resultados de la aplicación y demás aspectos de trabajo que interesen particularmente al responsable del proyecto.
- f. Preparar para el responsable del proyecto los reportes que éste debe presentar ante las autoridades ambientales según aplique.
- g. Apoyar y servir de intermediario, al ser solicitado, entre el responsable del proyecto, las organizaciones ecologistas, la comunidad, las instituciones garantes y la administración local.
- h. Realizar labores de seguimiento al monitoreo del riesgo ambiental, acorde con lo previsto en el plan de gestión del riesgo formulado.
- i. Acompañar y/o verificar la atención y cierre a las solicitudes de información, visitas de inspección y demás actividades que programen partes interesadas en y demás actividades que programen partes interesadas en el manejo ambiental del proyecto. Facilitar la fiscalización del manejo ambiental de la ejecución a través de los mecanismos de participación ciudadana, por parte de la interventoría social.
- j. Realizar la evaluación ambiental final del trabajo y preparar los informes correspondientes a la empresa operadora o autoridad ambiental según corresponda.

### 3. ACTIVIDADES A CARGO DE LA INTERVENTORÍA

La interventoría acompañará el proyecto desde su planeación hasta su culminación, incluyendo la restauración de las áreas afectadas. Las actividades a desarrollar en cada fase se identifican genéricamente en el **Tabla 6.23**.

**Tabla 6.23. Elementos sujetos de seguimiento y monitoreo ambiental**

FASE DEL PROYECTO O ACTIVIDAD	ACTIVIDADES A CARGO DEL INTERVENTOR
A. Planificación ambiental del proyecto por el contratista de sísmica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Revisión y evaluación de las medidas ambientales de manejo.</li> <li>2) Incorporación de los criterios de las medidas de manejo ambiental a la planeación del proyecto (Gestión ambiental del proyecto).</li> <li>3) Constatación de que el proyecto cuenta con las autorizaciones ambientales, etc.</li> <li>4) Estrategias para realizar monitoreo y seguimiento.</li> </ol>
B. Desarrollo de actividades previas (a cargo del contratista de sísmica).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Acompañamiento en el reconocimiento del área del proyecto.</li> <li>2) Coordinación para la concertación con propietarios de predios.</li> <li>3) Asesorar las acciones de las medidas de manejo social a cargo del responsable del proyecto, y supervisión de las que adelante el contratista.</li> <li>4) Acompañamiento y apoyo en el desarrollo de socializaciones y acercamiento a la comunidad y autoridades.</li> <li>5) Supervisión de levantamiento de actas viales.</li> </ol>
C. Apertura de trocha y topografía	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Asegurar la Instrucción al personal sobre la gestión ambiental del proyecto.</li> <li>2) Supervisión del trabajo en relación con la aplicación de los criterios acordados y los definidos en las Medidas de manejo ambiental.</li> <li>3) Inspección aleatoria de las trochas al finalizar el trabajo de apertura, en particular las que prevén cercanías con áreas de alta sensibilidad ambiental.</li> <li>4) Supervisión en el levantamiento de actas de vecindad.</li> </ol>
D. Instalación y operación de campamentos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Asesoría en la localización y definición de criterios de manejo.</li> <li>2) Asesoría y supervisión sobre los sistemas propuestos para el tratamiento y disposición de residuos, y supervisión de su construcción.</li> <li>3) Verificación periódica del funcionamiento de los sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos.</li> <li>4) Asesoría para la captación de agua para campamentos.</li> <li>5) Asesoría y supervisión sobre almacenamiento de combustibles y prácticas de aprovisionamiento.</li> </ol>
E. Perforación (sísmica por detonación)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Supervisión de la operación para garantizar la observancia de las previsiones establecidas en las Medidas de manejo ambiental.</li> <li>2) Verificación y supervisión de la actividad en zonas críticas o de riesgo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancias mínimas a áreas críticas.</li> <li>• Levantamiento de actas de vecindad</li> </ul> </li> <li>3) Vigilancia del cumplimiento de las normas relacionadas con aprovisionamiento de combustibles, agua y la disposición de residuos de la perforación.</li> </ol>

FASE DEL PROYECTO O ACTIVIDAD	ACTIVIDADES A CARGO DEL INTERVENTOR
F. Detonación de cargas (sísmica por detonación)	1) Vigilar el cumplimiento de la disposición de aviso previo a las comunidades sobre el programa de activación de cargas. 2) Supervisión del cumplimiento de las normas sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de explosivos y supervisión de pozos.</li> <li>• Distancias mínimas a áreas críticas.</li> <li>• Tacado de huecos.</li> </ul> 3) Vigilar que el personal reciba de parte del contratista la capacitación requerida para el desarrollo seguro de la operación.
G. Desarrollo del plan de vibración	1) Supervisión de la operación para garantizar la observancia de las previsiones establecidas en las MMA. 2) Acompañamiento de la actividad en zonas críticas o de riesgo. 3) Vigilancia del cumplimiento de las normas relacionadas con aprovisionamiento de combustibles, labores de mantenimiento y la disposición de residuos. 4) Vigilar la restauración de los sitios habilitados especialmente para el tránsito de los vehículos vibradores.
H. Disposición de residuos	1) Asesoría al contratista en la planeación. 2) Asesoría sobre los sistemas de manejo, tratamiento y disposición final. 3) Vigilar la calidad de la operación, tomando como referencia las MMA.
I. Capacitación en las instancias que aplique	1) Supervisar la capacitación impartida (contenido; calidad; calidad de instructores, etc.). 2) Verificar que todo el personal reciba la capacitación requerida. 3) Participar en la divulgación de las MMA. 4) Asegurar que se haga evaluación de resultados de la capacitación. 5) Apoyo en el desarrollo de labores de capacitación ambiental a la comunidad.
J. Restauración y abandono del área	1) Supervisión del desmantelamiento y actividades conexas (p. ej.: disposición de residuos). 2) Evaluación y aval de actividades de restauración ambiental. 3) Evaluación final para determinar eficacia de las acciones, identificar efectos residuales y proponer soluciones.
K. Reportes	Preparar y sustentar los siguientes informes: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Informe semanal de resultados, dirigido al responsable del proyecto.</li> <li>2) Precisar información a recolectar por parte del contratista.</li> <li>3) Asegurar el desarrollo de los monitoreos ambientales.</li> <li>4) Elaborar informes de Cumplimiento Ambiental para el responsable del proyecto.</li> <li>5) Los demás que el responsable del proyecto o la autoridad ambiental requieran, con la periodicidad que se establezca.</li> </ol>
L. Monitoreo y seguimiento	1) Realizar seguimiento al desarrollo de los monitoreos ambientales previstos en los permisos otorgados, definidos en las MMA o requeridos por las autoridades ambientales. 2) Atención o seguimiento a la respuesta de las Inquietudes, peticiones o quejas de la comunidad. 3) Supervisión permanente de las obligaciones de los contratistas en el marco del Sistema de Gestión Ambiental de la operadora.

Fuente: elaboración propia.

## 4. RESPONSABILIDAD

Interventoría designada por el responsable del proyecto.

## 1. OPORTUNIDAD DE LOS INFORMES

De acuerdo con el documento de medidas de manejo ambiental, para los proyectos de adquisición sísmica y como una buena práctica ambiental se recomienda presentar el alcance del programa sísmico a la autoridad ambiental regional, quien debería definir el tipo y periodicidad de entrega de informes según lo requiera. No obstante, la operadora deberá aplicar las medidas que permitan obtener la información o soportes requeridos por la autoridad ambiental relacionados con los permisos otorgados cuando estos aplican. En el caso que el proyecto sea licenciado los informes se deberán presentar ante la ANLA. Los Informes de Cumplimiento Ambiental deben elaborar con los lineamientos definidos en el “Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos adoptado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible” adoptado por la Resolución 1552 de 2005 y las condiciones específicas que se determina en la Resolución 2182 del 2016 para el Modelo de Almacenamiento Geográfico o, dado el caso, la norma que los modifique o sustituya.

Así mismo, en los casos de que se presenten documentos de MMA la autoridad ambiental local definirá dicha frecuencia. Sin embargo, se recomienda la siguiente frecuencia:

- a. Proyectos con duración inferior a 6 meses:
  - Un informe de avance al finalizar el mes 3 de ejecución.
  - Un último informe dentro del mes siguiente a la terminación del proyecto.
- b. Proyectos con duración superior a 6 meses:
  - Informes de avance trimestrales.
  - Un informe final dentro de los dos meses siguientes a la finalización de los trabajos.

El desarrollo de proyectos de exploración sísmica terrestre que requieran licencia ambiental, la autoridad ambiental exige la presentación de Informes de Cumplimiento Ambiental. Los tiempos en que se deben presentar los Informes de Cumplimiento Ambiental se determina en la Resolución N° 0077 de febrero 15 del 2019 y en la Resolución 549 del 2020 que la modifica parcialmente.

## 2. CONTENIDO DE LOS INFORMES

Los informes incluirán, como mínimo, la siguiente información:

- a. Cuantificación y análisis de los proyectos y actividades, contrastando la programación con la ejecución.
- b. Análisis comparativo de los impactos ambientales previstos y los presentados.
- c. Aplicación de las medidas ambientales y ponderación de la eficacia de las medidas de manejo.
- d. Dificultades presentadas y medidas adoptadas.
- e. Análisis de los resultados de monitoreos ambientales.
- f. Reporte de uso de los recursos acorde con las condiciones de otorgamiento de los permisos otorgados.
- g. Verificación del cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- h. Verificación del estado de cumplimiento de los requerimientos de los actos administrativos.
- i. Establecer el nivel de logro de objetivos y metas del documento de MMA, con el fin de medir

el desempeño de la gestión. Complementar con la evaluación del estado de los recursos naturales intervenidos, y del aspecto social, para determinar la eficacia de las medidas diseñadas para el proyecto y para identificar aspectos e impactos ambientales no previstos.

Para proyectos licenciados se debe atender los criterios de presentación de Informes de cumplimiento ambiental establecidos por el MinAmbiente.

### 3. FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE INFORMES

Tomando como base la conformación de los programas que integran el documento de Medidas de Manejo Ambiental - MMA elaborado para el proyecto sísmico, se debe presentar los informes de cumplimiento ambiental acorde con lo establecido en el “Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”. En caso que el proyecto no sea requerido la presentación del informe por la autoridad ambiental, se debe reportar entre otras temáticas propias del proyecto el cumplimiento de las medidas previstas en el documento de medidas de manejo y análisis y soportes acorde con la estructura básica sugerida en las Formatos 1, 2, 3.

### 4. RESPONSABLE

Compañía operadora e interventoría ambiental o social (según corresponda).

#### Formato 1. Informes de avance y cumplimiento – Actividades y resultados

INFORMACIÓN GENERAL				
PROGRAMA SÍSMICO (NOMBRE):	PROYECTO:	INFORME DE AVANCE	Número del informe:	INFORME FINAL
COMPAÑÍA OPERADORA:	COMPAÑÍA CONTRATISTA DE SÍSMICA:		PERIODO DEL INFORME:	
ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS ALCANZADOS	INDICADORES DE ÉXITO	
			Vo.Bo. Interventor Ambiental o social (según corresponda)	
OBSERVACIONES:			FECHA	PÁGINA: DE:

Fuente: elaboración propia.

#### INSTRUCCIONES

El formato 1. debe diligenciarse para cada una de las secciones del documento de medidas de manejo ambiental establecido para el *programa sísmico*.

1. **Nombre del programa sísmico:** identificar el proyecto sísmico por su nombre.
2. **Proyecto:** se refiere al proyecto del plan o medidas de manejo ambiental para el cual se diligencia la tabla, p.ej.: Gestión ambiental de los residuos de la prospección sísmica.
3. **Tipo de informe:** señalar con X si se trata de un informe de avance o del informe final. Si es un informe de avance, debe numerarse siguiendo la secuencia de presentación.
4. **Compañía operadora:** identifica a la compañía petrolera para la cual se desarrolla el proyecto sísmico.
5. **Compañía contratista de sísmica:** es el nombre del contratista de sísmica.
6. **Periodo del informe:** lapso para el cual se hace el informe, según la frecuencia requerida por la autoridad ambiental.
7. **Actividades:** corresponde a las actividades del proyecto para el cual se hace el informe. Por ejemplo, si la actividad es la gestión ambiental de los residuos de la prospección, incluirá labores como la definición de la localización de los sistemas de tratamiento de residuos, la construcción de dichas facilidades, la definición del programa de mantenimiento, el control de su desempeño, etc.
8. **Resultados esperados:** define los resultados esperados al realizar la actividad.
9. **Resultados alcanzados:** establece los resultados realmente obtenidos luego de desarrollar la actividad.
10. **Indicadores de éxito:** en esta columna se incluirán los indicadores de gestión definidos para la actividad, ponderados teniendo en cuenta las expectativas y el desempeño real.
11. **Observaciones:** espacio reservado para comentarios en relación con el contenido de la tabla.
12. **Vo. Bo. Interventor:** el informe debe ser firmado por la interventoría del programa sísmico.
13. **Fecha:** corresponde a la fecha en la cual se hace el informe.
14. **Página:** paginación del informe en orden secuencial de presentación.

### Formato 2. Informes de avance y cumplimiento – Estado de avance

INFORMACIÓN GENERAL				
PROGRAMA SÍSMICO (NOMBRE):	PROYECTO:	INFORME DE AVANCE	Número del informe:	INFORME FINAL
COMPAÑÍA OPERADORA:	COMPAÑÍA CONTRATISTA DE SÍSMICA:		PERIODO DEL INFORME:	

#### ESTADO DE AVANCE DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

ACTIVIDADES	EJECUCIÓN PROGRAMADA (%)	EJECUCIÓN REAL (%)	DIFICULTADES PRESENTADAS	SOLUCIONES PROPUESTAS	
OBSERVACIONES:					Vo.Bo. Interventor Ambiental o social (según corresponda)
					FECHA:

Fuente: elaboración propia.

## INSTRUCCIONES

1. **Información general:** Información relativa al proyecto y las empresas (ver encabezado de la tabla anterior).
2. **Estado de avance de las actividades del proyecto**
  - 2.1. **Actividades:** son las actividades del proyecto, que ya fueron mencionadas en la Formato 1.
  - 2.2. **Ejecución programada:** es el porcentaje de avance esperado para la actividad durante el periodo para el cual se hace el informe.
  - 2.3. **Ejecución real:** avance efectivo en el desarrollo de la actividad durante el periodo considerado.
  - 2.4. **Dificultades:** se refiere a los obstáculos, inconvenientes, etc., tenidos para desarrollar la actividad, que explican un desempeño anormal en la ejecución.
  - 2.5. **Soluciones propuestas:** corresponde a las alternativas que tiene el responsable del proyecto para resolver situaciones anómalas relacionadas con el desempeño en la actividad.
3. **Observaciones:** espacio reservado para comentarios en relación con el contenido de la tabla.
4. **Vo. Bo. Interventor:** el informe debe ser firmado por la interventoría del proyecto sísmico.
5. **Fecha:** corresponde a la fecha en la cual se hace el informe.
6. **Página:** paginación del informe en orden secuencial de presentación.

## Formato 3. Informes de avance y cumplimiento – Seguimiento y evaluación de impactos

INFORMACIÓN GENERAL					
PROGRAMA SÍSMICO (NOMBRE):	PROYECTO:	INFORME DE AVANCE	Número del informe:	INFORME FINAL	
COMPañÍA OPERADORA:	COMPañÍA CONTRATISTA DE SÍSMICA:	PERIODO DEL INFORME:			
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES					
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL				EVALUACIÓN DE IMPACTOS	
Cuerpo de Agua Monitoreado:_____	Subterráneo___	Superficial_____	FECHA_____	IMPACTOS PREVISTOS	IMPACTOS CAUSADOS
Punto de monitoreo (Coordenadas):					
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	NORMA		
Pozo de agua subterráneo	Nivel piezométrico (metros)			Reporte de laboratorio anexo: Si-----No-----	
OBSERVACIONES:				Vo.Bo. Interventor Ambiental o social (según corresponda):	
				FECHA:	PÁGINA: DE:

Fuente: elaboración propia.

## INSTRUCCIONES

1. **Información general:** ver cuadro anterior.
  - 1.1 **Periodo del Informe:** (Antes, Durante y Después)
2. **Seguimiento y evaluación de impactos ambientales**
  - 2.1. **Evaluación de la calidad ambiental:** este espacio ha sido reservado para consignar los resultados de los monitoreos efectuados a los diferentes aspectos relacionados en la sección SIS-6-180 Monitoreo y Seguimiento.
 

**Fecha:** corresponde a la fecha o período en que se realizó el monitoreo.

**Resultados:** consigne los resultados obtenidos en el monitoreo. La columna: comentarios se ha previsto para hacer observaciones o anotaciones sobre los resultados obtenidos, especialmente cuando el monitoreo señala valores anormales.
  - 2.2. **Evaluación de impactos**

**Impactos previstos:** traslade a esta columna los impactos previstos según el documento de medidas de manejo ambiental establecido para el programa sísmico.

**Impactos causados:** tomando como guía el listado de impactos previstos, verifique cuáles de ellos se causaron efectivamente. Complemente el listado con los impactos ambientales no previstos detectados durante las evaluaciones y el seguimiento de la calidad ambiental.
3. **Vo. Bo. Interventor ambiental:** el informe debe ser firmado por la interventoría ambiental del proyecto sísmico.
4. **Fecha:** corresponde a la fecha en la cual se hace el informe.
5. **Página:** paginación del informe en orden secuencial de presentación.

Versión 2  
Octubre 2024

## 6.23. ACCIONES DE INVERSIÓN SOCIAL Y COMPENSACIÓN

SIS-6-230

En el marco de la realización de programas de exploración sísmica terrestres, las operadoras realizan acciones de inversión social voluntaria e inversiones en cumplimiento legal como los Programas en Beneficio de las Comunidades – (PBC) establecidos por la ANH, a través de las cuales se aportará a la mejora de condiciones socioeconómicas del entorno.

Por ello, se reconoce en esta guía, y como buena práctica a seguir, desarrollar acciones en pro de mejorar las condiciones de vida de las comunidades, alineadas con las políticas nacionales, departamentales o municipales, así como a la solución de las necesidades propias de los habitantes de las zonas de interés del proyecto sísmico.

Con referencia a la inversión social se espera que se realice una identificación, priorización, gestión, ejecución y control de los proyectos que tiendan hacia la resolución de las necesidades sentidas, dentro de un proceso en el que participan tanto la empresa que desarrolla el proyecto sísmico como las entidades administradoras municipales, organizaciones no gubernamentales y las comunidades organizadas o en proceso de organización, bajo un esquema de participación.

El programa de compensación se presentará a la autoridad ambiental competente junto con las Medidas de Manejo el Estudio de Impacto Ambiental, en caso de que el proyecto deba obtener licencia por parte de la autoridad ambiental. Sin embargo, las acciones de compensación e inversión social se deben diferenciar entre las

que puede obligar la autoridad ambiental, los programas de inversión social acordados con la Agencia Nacional de Hidrocarburos y la inversión social voluntaria que puede desarrollar la empresa.

## 1. OBJETIVO

- Formular proyectos de inversión social que tengan como propósito promover el desarrollo sostenible (ambiental, social y económico) en los territorios que se intervengan con los proyectos sísmicos.
- Asegurar que en desarrollo de los proyectos de inversión social se apliquen las mejores prácticas y cumplimiento normativo, cuando aplique.

## 2. ETAPA DE APLICACIÓN

Fases operativa y posoperativa.

## 3. CONSIDERACIONES PARA LA INVERSIÓN SOCIAL

En el marco del desarrollo de proyectos de sismica terrestre, las operadoras realizan acciones de inversión social voluntaria e inversiones obligatorias en cumplimiento de los Programas en Beneficio de las Comunidades (PBC) establecidos por la ANH, a través de las cuales aportan a la mejora de condiciones socioeconómicas del entorno.

En esta guía, y como buena práctica a seguir, la operadora desarrollará acciones para mejorar las condiciones de vida de las comunidades, alineadas con las políticas nacionales, departamentales o municipales, así como la solución de las necesidades propias de los habitantes de las áreas de interés del proyecto sísmico.

La inversión social propuesta por la operadora implica un proceso de identificación, priorización, gestión, ejecución y control de los proyectos que tiendan hacia el cierre de brechas de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y el aporte a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). En este proceso pueden participar tanto la empresa que desarrolla el proyecto sísmico como las entidades territoriales, organizaciones no gubernamentales, otras empresas de la industria, otros sectores y las comunidades organizadas o interesadas en los proyectos de inversión, presentes en las zonas de interés del proyecto sísmico.

### Claves para una inversión social efectiva:

Las líneas de acción para el apoyo y formulación de proyectos comunitarios están orientadas a identificar, diagnosticar, viabilizar técnicamente y ejecutar proyectos de interés comunitario. Se debe seguir un ciclo de formulación que considere la focalización de problemas, diagnóstico, priorización y formulación del proyecto, evaluación, asignación de recursos, seguimiento técnico y ambiental y evaluación de resultados.

De igual forma, es relevante mantener una comunicación y relacionamiento activo con las comunidades y entidades territoriales para que conozcan los aspectos evaluados y políticas aplicadas en la formulación de cada proyecto, así como los resultados y logros obtenidos.

Dentro de las líneas de inversión social en las cuales se pueden identificar y gestionar proyectos están las siguientes:

- Agua potable y saneamiento básico
- Energía

- Salud pública
- Educación pública
- Bienes públicos rurales y urbanos
- Acciones de promoción de mejores prácticas ambientales en actividades productivas.
- Campañas de educación ambiental y promoción de vigilancia y control.
- Adaptación al cambio climático y gestión del riesgo
- Pagos por servicios ambientales
- Tecnologías de la información y comunicaciones
- Infraestructura de transporte
- Infraestructura productiva
- Infraestructura cultural
- Infraestructura deportiva
- Infraestructura social y comunitaria
- Fortalecimiento institucional y comunitario, programas de capacitación ciudadana, en temáticas como planificación ambiental, educación ambiental, organización comunitaria, promoción social, entre otras.
- Diversificación económica y empresarial de las comunidades
- Programas de educación, deporte y cultura
- Desarrollo rural inclusivo
- Proyectos productivos con énfasis en mejores prácticas ambientales en actividades agrícolas y pecuarias.
- Otros que se consideren pertinentes, como investigación básica y aplicada sobre aspectos sociales y ambientales, según el área intervenida y sus dinámicas socioeconómicas y culturales.

Se debe tener presente que las líneas de inversión seleccionadas tendrán que estar acorde a los tiempos de duración de los programas de exploración sísmica terrestre y a los montos definidos para tal fin. Lo anterior, dado que proyectos asociados a servicios públicos, infraestructura, vías, entre otros, son obras de intervención integral que requieren estudios y diseños estructurados con permisos prediales, ambientales y que además suelen tener montos importantes para su ejecución.

Las formulaciones y desarrollo de los proyectos de inversión social y compensación como cualquier otro proyecto, involucran la gestión de los aspectos técnicos, económicos y ambientales. Por lo tanto, es deber de las operadoras en el marco del desarrollo de una política de responsabilidad social empresarial, verificar que los proyectos que se financian cumplan con la normatividad aplicable, en particular la ambiental, según la línea seleccionada y aplique estrategias en su diseño y ejecución que asegure su alineamiento con los objetivos de desarrollo sostenible-ODS definidos por la ONU (Ver Figura 6.24) y la política nacional de Producción y Consumo Sostenible, entre otras.

Figura 6.24. Áreas temáticas clave del sector con los ODS

Fuente: *The Sustainable Development Goals*. IPIECA, 2020.

En la concertación y definición de los proyectos de inversión social y de compensación para las comunidades o instituciones de las áreas de influencia del proyecto se recomienda:

- Potenciar aspectos del desarrollo social, económico, cultural y de protección ambiental. las comunidades e instituciones de las áreas de influencia del proyecto.
- Fortalecer la capacidad de gestión y organización de las comunidades y entidades territoriales entre las cuales hace presencia el proyecto.
- Prestar asesoría en materia ambiental y orientar a las comunidades sobre el manejo de los impactos ambientales asociados al desarrollo del proyecto.
- Asegurar que los proyectos que se concreten y definan se asegure la aplicación de lineamientos de sostenibilidad y de cumplimiento normativo ambiental.
- Verificar que se apliquen en su formulación las mejores prácticas ambientales en el desarrollo de los proyectos, que estén enmarcados en las políticas ambientales formuladas en el país, que contribuyan a la mitigación del cambio climático, se haga uso sostenible de los recursos naturales y se apliquen las mejores tecnologías disponibles, según corresponda.

Es conveniente que antes de aprobar los proyectos del plan de inversión se haga una revisión ambiental específica de cada uno de los proyectos y se valore entre otros aspectos: Cumplimiento normativo, desarrollo de políticas ambientales, gestión de los aspectos ambientales, mejores prácticas ambientales del área, criterios de sostenibilidad ambiental aplicables, de tal manera que se asegure de financiar proyectos que consideran la variable ambiental desde su formulación y durante su desarrollo. La operadora del proyecto, previa evaluación de las necesidades, adelantará tareas de comunicación, divulgación, capacitación y coordinación interinstitucional sobre temas como:

- Desarrollo institucional
- Planificación, evaluación y seguimiento de proyectos
- Promoción de la participación
- Concepto de políticas ambientales y desarrollo sostenible
- Normatividad ambiental aplicable

Para la ejecución del programa de inversión social establecido, la operadora evaluará los mecanismos idóneos y disponibles para la ejecución de cada proyecto, en los que deben considerarse las responsabilidades y garantías pertinentes, así como la necesidad de interventorías, según el tipo de proyecto.

En la definición de mecanismos para el desarrollo de un programa de inversión o de compensación es necesario considerar:

- Respetar las particularidades y autonomía de las comunidades.
- Considerar la contratación de una interventoría técnica y ambiental
- Asesoría y acompañamiento técnico y ambiental regular a las actividades de cofinanciación, ejecución y control del proyecto comunitario.
- Promocionar la asociación entre comunidades que compartan problemas similares, de tal suerte que se potencien los recursos entre las mismas.
- Generar una metodología y ayudas adecuadas para adelantar los procesos de asesoría y acompañamiento en materia ambiental.
- Prever mecanismos de seguimiento y monitoreo que aseguren que durante la construcción (si es el caso), en la implementación y el desarrollo de los proyectos, se minimicen los efectos adversos sobre el ambiente.

## 4. RESPONSABLE

Compañía operadora e interventoría social y ambiental (estas últimas cuando aplique).



# 7.

## FASE POSOPERATIVA

- 7.1. Restauración y abandono del área
- 7.2. Actividades de cierre y Evaluación ex post

## 7.1. RESTAURACIÓN Y ABANDONO DEL ÁREA

### 1. OBJETIVOS

- a. Proveer una herramienta que permite el desmantelamiento ordenado del programa y la restauración /recuperación de los efectos que se hubieran causado por las diferentes actividades desarrolladas.
- b. Definir objetivos de calidad para la recuperación que tiene que adelantar el responsable del proyecto.

### 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase posoperativa.

### 3. COMPONENTES DEL PLAN DE RESTAURACIÓN Y ABANDONO

Es conveniente formular previo al desarrollo del proyecto un plan de restauración y abandono el cual puede estar incluido en el documento de Medidas de Manejo Ambiental que se formule. Se recomienda aplicar las siguientes actividades principales:

- a. Asegurar el desmantelamiento de las facilidades temporales instaladas por el contratista para el desarrollo del programa. Se incluyen en este concepto los campamentos volantes, el campamento base, los accesos, las captaciones de agua y los helipuertos.
- b. Realizar limpieza final de las áreas ocupadas por dichas facilidades y por el proyecto, y la disposición de residuos generados por dicha operación.
- c. Clausurar los sistemas de tratamiento construidos con carácter temporal para el servicio del programa, tales como baterías sanitarias y pozos sépticos.
- d. El retiro y gestión de los residuos especiales acumulados y almacenados temporalmente en el campamento base o los campamentos volantes (fijo o temporal).
- e. Recuperar áreas afectadas por el programa sísmico en aquellos casos en que ha habido modificaciones de las condiciones ambientales prevalentes, imputables a la ejecución,
- f. El saneamiento de los compromisos adquiridos con la comunidad, los propietarios de predios o las autoridades locales y el contrato con la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, de tal manera que el responsable del proyecto y el contratista de sísmica sean declarados a paz y salvo por todo concepto al finalizar el trabajo de adquisición sísmica.
- g. Restauración de líneas sísmicas, que en el caso de adquisición de datos mediante la activación de cargas incluirá:
  - Verificación de las condiciones final en superficie del punto fuente.
  - Retiro de la señalización utilizada dentro de la línea sísmica tales como tarjetas y cintas.
  - Corte el cable utilizado en la activación justo debajo del nivel del suelo.
  - Tapado de los huecos o pozos con material del área o con gravilla de ser necesario.
  - El terreno que rodea el hoyo debe ser restaurado lo más cerca posible de su estado original;

por lo tanto, se requiere la limpieza de sobrantes y la distribución del material sobrante o ripio de perforación no utilizado para para llenar /tacar el pozo.

- Realizar restauración y revegetalización de las áreas intervenidas.
- h. Restauración de líneas sísmicas, que en el caso de adquisición de datos mediante el uso de vibradores:
  - Inutilización o eliminación de accesos habilitados para el desarrollo de la actividad.
  - Realizar recuperación del suelo afectado por el desplazamiento vehicular.
- i. Los helipuertos serán desmantelados al finalizar los trabajos, procediendo a la limpieza del área y a su revegetalización, dejando las áreas en iguales o mejores condiciones que las encontradas.
- j. La revegetalización, empradización y acciones de restauración de las áreas intervenidas se ejecutarán para dejarlas lo más cerca posible a su estado previo al desarrollo del proyecto. Así mismo, se requiere verificar una buena condición de los árboles, estolones o semillas sembradas y prever monitoreo por un periodo apropiado que asegure su prendimiento.
- k. La revegetalización de las áreas intervenidas o reforestación como medida de compensación, se realizará con especies nativas, las cuales se recomiendan que sean aprobadas por la autoridad ambiental.
- l. En desarrollo del proyecto, en algunas circunstancias, será necesario emplear una cuadrilla de restauración con dedicación exclusiva, la cual será responsable de restaurar las áreas intervenidas de acuerdo con el plan de restauración establecidos. Es responsabilidad del director del proyecto asegurarse de que se siga el programa de restauración previsto.

### 3.1 DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

El desmantelamiento procederá para las instalaciones temporales o infraestructura habilitadas para el proyecto, con excepción de aquella infraestructura cuya permanencia haya sido acordada por el responsable de la actividad con la comunidad o propietario del terreno, para lo cual se deberá contar con aval de la autoridad ambiental. El aval ambiental debe identificar la conveniencia de dejar dichas instalaciones en poder de la comunidad, ya que se puede generar los medios y condiciones que de manera indirecta se afecten áreas sensibles ambientalmente o se promueva la generación de frentes de colonización en áreas de interés ambiental. Para la infraestructura que no vaya a ser desmantelada, se debe contar con un acuerdo o compromiso y acta de entrega para la recepción y mantenimiento de la infraestructura que se entrega y se cumpla con las condiciones ambientales y de salud pública de los elementos y materiales para su uso.

Para realizar el desmonte de la instalación, se considerará lo siguiente:

- a. Formular un plan para el desmantelamiento, que incluya manejo ambiental de las actividades de desmantelamiento, el almacenamiento temporal de los materiales, la segregación de los residuos, el transporte de los materiales y el destino final de los mismos, labores de restauración del área intervenida.
- b. Desarrollar la operación y actividades adicionales en los términos previstos en el plan.
- c. Concluido el desmantelamiento se hará una inspección detallada del área para evaluar las necesidades y el alcance de la limpieza y la restauración ambiental, labores que deberán comenzar en forma inmediata.
- d. Asegúrese de que las áreas restauradas queden limpias y que no se hayan dejado equipos ni desechos.

### 3.2 LIMPIEZA FINAL DEL ÁREA

Consiste en retirar de las áreas ocupadas por el programa todos los materiales ajenos a las mismas, residuales o no. En consecuencia, la limpieza se extenderá a los sitios ocupados por instalaciones temporales y a las trochas abiertas para líneas sísmicas o para acceder a ellas. Para reducir las labores de restauración al final del proyecto,

se recomienda que las actividades de limpieza y retiro de materiales se realice al finalizar el desarrollo de actividades de adquisición sísmica cuando sea posible, recoger los escombros, la basura, las banderas, letreros, las estacas, la señalización, etc. Cada uno de las cuadrillas de trabajadores debe ser responsable de garantizar que no queden residuos ni materiales en su área de operaciones.

En el caso de los campamentos la limpieza final se realizará luego de concluir el desmantelamiento. Para las líneas sísmicas y accesos se adelantarán las siguientes labores:

- Asegúrese de que se restablezca el drenaje natural de las áreas intervenidas por el proyecto.
- Retire los cruces temporales de ríos / arroyos y restaure los bancos de ríos / arroyos, si es necesario.
- Asegúrese de que las cercas, portones y cualquier otra infraestructura que se haya afectado sean restaurados, según aplique.
- Asegúrese de que los agujeros de disparo estén adecuadamente apisonados y restaurados.
- En caso de presentarse alguna novedad durante el registro de puntos fuente, (pozos sopladados, colapsados, hoyo limpio), se procederá a su restauración a la mayor brevedad posible con el fin de minimizar el riesgo de accidente para animales o personas. De igual manera para casos puntuales de puntos fuente que a criterio del contratista requieran de verificación a su proceso de restauración, se procederá a realizar visitas de seguimiento posteriores con el fin de verificar y/o confirmar el estado del punto restaurado.
- Tomar las medidas apropiadas para desalentar el uso de las líneas habilitadas como acceso para su ocupación, después de completar las actividades del proyecto.
- Asegúrese de que no quede basura antes de que el personal abandone el área de trabajo.

Se realizará inspección final por parte del contratista de sísmica y del interventor ambiental para constatar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, labor que dependiendo de los frentes de trabajo abiertos puede ser programada aleatoriamente o sobre las áreas de mayor sensibilidad ambiental. La misma inspección final servirá para detectar efectos ambientales producidos por la adquisición sísmica y para evaluar la efectividad de las medidas de restauración que se hayan aplicado durante el trabajo. En el evento en que se constate la ocurrencia de efectos adversos imputables al programa, se aplicarán las medidas de mitigación o compensación pertinentes.

Finalmente, se deben elaborar actas de paz y salvo con cada uno de los propietarios de las tierras intervenidas con las labores de adquisición sísmica.

### 3.3 CLAUSURA DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Los sistemas de tratamiento de residuos deberán clausurarse al concluir la operación, esta labor implicará:

- a. El relleno de los pozos sépticos, utilizando la tierra sobrante de la excavación.
- b. La colocación y aseguramiento de las tapas del pozo, para evitar posteriores accidentes.
- c. La reconformación topográfica de las áreas utilizadas para fosa de residuos biodegradables y la colocación de la cobertura final de dichas áreas.
- d. La revegetalización de las áreas intervenidas.

### 3.4 RECUPERACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS

La revegetalización comprende medidas para:

- a. Recuperación morfológica y distribución de la capa orgánica del área.
- b. Aporte de nutrientes e instalación de biomantos (en los casos que aplique)
- c. Siembra de semillas o ubicación de estolones de gramíneas rastreras que ayuden a aumentar rápidamente la cobertura vegetal.

- d. Mantenimiento y riego de áreas revegetalizadas (campamentos base o volantes).

El programa de reforestación en los casos que aplique, comprende los siguientes aspectos generales que deben coordinarse con la interventoría ambiental:

- a. Adecuación de las áreas afectadas.
- b. Selección de especies arbóreas, gramíneas y leguminosas.
- c. Obtención del material vegetal.
- d. Trazado y ahoyado.
- e. Plantación y fertilización.
- f. Mantenimiento

## 4. ANÁLISIS DEL ESTADO DE COMPROMISOS DEL PROGRAMA

Previamente al abandono, el contratista y la interventoría revisará en detalle del estado de cumplimiento de los compromisos adquiridos por el programa sísmico con las comunidades, los propietarios de predios afectados por la exploración y las autoridades locales. Los pendientes que resulten después de la revisión deben ser satisfechos antes de que el contratista abandone la zona. El cumplimiento de estas y las demás obligaciones adquiridas debe ser certificado por escrito, con la firma de los involucrados, en documentos que declaren a paz y salvo al contratista y a la compañía operadora.

## 5. RESPONSABLE

Compañía operadora y/o contratista.

Versión 2  
Octubre 2024

## 7.2. ACTIVIDADES DE CIERRE Y EVALUACIÓN EXPOST

SIS-7-020

### 1. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

La evaluación ex post se realiza fundamentalmente para determinar:

- a. La eficacia de las medidas de prevención, mitigación o control incluidas en el documento de medidas de manejo ambiental diseñado para el programa sísmico y en su correspondiente plan o medidas de manejo ambiental.
- b. Determinar impactos residuales imputables a la actividad e identificar otros no previstos.
- c. Generar información para orientar las futuras actividades de la industria petrolera y la actualización de documentos ambientales como esta Guía.

## 2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase posoperativa.

## 3. COMPONENTES DE LA EVALUACIÓN

La evaluación ex post de los programas sísmicos terrestres incluirá, como mínimo, los aspectos listados en la tabla 7.1. Para correlacionar los resultados del análisis, este debe enmarcarse en los objetivos de la gestión ambiental y ser concordante con los impactos previsibles y su manejo. En consecuencia, de acuerdo con las características del programa y su ejecución, los elementos del ambiente que deben ser objeto de la evaluación son:

- a. Agua
- b. Suelo
- c. Vegetación
- d. Las comunidades, administración local, organizaciones e instituciones garantes ubicadas en el área de influencia del programa.

## 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA EVALUACIÓN

La evaluación ex post utiliza diferentes metodologías dependiendo del componente estudiado y de los objetivos propuestos para el análisis, en este caso será necesario:

- a. La toma de muestras puntuales para análisis fisicoquímico cuando se trate de la evaluación de calidad y cantidad de los cuerpos de agua intervenidos o potencialmente afectados. El muestreo se hará sobre aquellas corrientes o cuerpos de aguas subterráneas que se hayan identificado en el documento de medidas de manejo ambiental que se prevean.
- b. Para medición de niveles en los pozos de agua subterránea o red de piezómetros, considerar los siguientes lineamientos:
  - i. Realizar mediciones de nivel estático antes y después de que se realicen los registros de adquisición sísmica.
  - ii. Realizar mediciones de nivel estático antes y después de terminadas las actividades de la fase operativa de adquisición sísmica, el tiempo de monitoreo se definirá para cada proyecto en particular teniendo en cuenta consideraciones hidrogeológicas.
  - iii. Realizar monitoreos de calidad de agua antes y después de las labores de adquisición sísmica en la red de pozos de agua subterránea, aljibes o piezómetros, que se haya seleccionado para el proyecto de adquisición sísmica, midiendo al menos los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura, nitritos, nitratos y turbiedad.
- c. La inspección de áreas afectadas para establecer efectos visibles tales como inestabilidad del terreno, inestabilidad de orillas en cuerpos de agua, limpieza de trochas y zonas de campamento, etc. La mejor manera para realizar estas inspecciones es la utilización de listas de verificación.
- d. Observación y medición de la dinámica social en el área de influencia del programa.
- e. Celebrar reuniones de cierre del proyecto con la comunidad y las autoridades del área del proyecto, donde se reporte los resultados de la gestión ambiental y social.
- f. Verificar el cierre de la totalidad de las actas de vecindad y viales que se hayan abierto para el proyecto, asegurando la atención de la totalidad de las observaciones y quejas que se hayan dado en desarrollo del proyecto.

- g. Realizar las labores establecidas en los permisos ambientales para verificar cumplimiento de condiciones de uso de los recursos naturales, generar los informes finales y adelantar los trámites de cierre de los permisos otorgados.
- h. En el marco del desarrollo del sistema de gestión que se tenga por la operadora, se recomienda desarrollar una estrategia de evaluación de los resultados de la gestión ambiental y social del proyecto, con la intención de detectar fallas o puntos débiles que se puedan fortalecer en proyectos futuros. Para las operadoras que tengan acreditación ISO 14001 por un organismo acreditador de sistemas de gestión acreditado por la ONAC, realizar dicha evaluación en el marco del criterio de mejoramiento continuo de PHVA previsto en dicha norma.

**Tabla 7.1. Componentes de la evaluación ex post**

Objeto de la evaluación	Objetivos de la gestión ambiental	Determinación de cambios en la calidad o cantidad	Requerimientos de la evaluación	Criterio de éxito
RECURSO AGUA	Preservar la calidad y cantidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos potencialmente afectados por las actividades del programa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alteraciones (negativas) de la calidad fisicoquímica.</li> <li>2. Desestabilización de orillas.</li> <li>3. Disposición de residuos sobre los cuerpos de agua.</li> <li>4. Cambios temporales en la oferta hídrica subterránea.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de muestras para análisis fisicoquímico en los cuerpos de agua previstos en el plan de monitoreo de las Medidas de Manejo Ambiental.</li> <li>• Inspección de áreas con nacidos.</li> <li>• Inspección de intersecciones de las líneas con los cuerpos de agua.</li> <li>• Aforos de caudal de los cuerpos de agua superficiales acorde con lo previsto en el plan de monitoreo del MMA.</li> <li>• Monitoreo de aguas subterráneas de los puntos seleccionados en el área, acorde con el plan de monitoreo previsto en las MMA.</li> </ul>	No hay cambios de calidad o disponibilidad imputables al programa sísmico cuando se comparan resultados de monitoreos e inspecciones, respecto de las condiciones iniciales (línea base).
RECURSO SUELO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prevenir el deterioro del suelo y sus recursos, reduciendo el espacio ocupado por las actividades del programa.</li> <li>2. Mitigar los efectos causados por la instalación de infraestructura de apoyo (campamentos, sistemas de tratamiento, etc.) y por la perforación y la detonación de cargas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Extensión de las áreas ocupadas por campamentos, helipuertos, zonas de descarga y trochas.</li> <li>2. Presencia de huecos no rellenados (sísmica por detonación).</li> <li>3. Desestabilización del terreno por perforación de huecos o detonación en zonas inestables o por el uso de camiones vibradores.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de la extensión de las áreas ocupadas por la actividad.</li> <li>• Inspección de las trochas para verificar taponamiento de huecos y presencia de inestabilidades generadas por el programa sísmico (sísmica por cargas impulsiva o vibración).</li> <li>• Inspección de áreas de campamentos, helipuertos y zonas de descarga para verificar desmantelamiento y restauración.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No hay cambios de calidad imputables al programa sísmico cuando se comparan resultados de inspecciones con los estudios del medio físico (línea base).</li> <li>2. En sísmica por carga impulsiva, todos los huecos están taponados;</li> <li>3. Las áreas de campamentos se desmantelaron, se realizó limpieza y restauración según fue requerido.</li> </ol>

Objeto de la evaluación	Objetivos de la gestión ambiental	Determinación de cambios en la calidad o cantidad	Requerimientos de la evaluación	Criterio de éxito
VEGETACIÓN	<p>1. Minimizar el daño a la vegetación en las áreas que fueron intervenidas por el programa sísmico.</p> <p>2. Mitigar los efectos causados, mediante la revegetalización de las áreas afectadas (corte de vegetación imputable al programa sísmico).</p>	<p>1. Extensión de las áreas afectadas por el corte de vegetación.</p> <p>3. Áreas despejadas para habilitación de logística.</p>	<p>Verificación de cumplimiento de las condiciones del permiso (en los casos que aplique)</p> <p>Determinación de la extensión de las áreas revegetalizadas.</p> <p>Determinación y extensión de las áreas reforestadas con especies nativas.</p>	<p>1. Todas las áreas afectadas que lo requieran fueron revegetalizadas.</p> <p>2. Monitorear las condiciones de prendimiento de la revegetalización verificando que fue superior al 90 %.</p> <p>3. Nivel de éxito de reforestación debe ser superior al 90 % (mortalidad inferior al 10 %).</p> <p>4. Se cumplieron con el 100% de condiciones del permiso de aprovechamiento otorgado.</p>
POBLACIÓN ASENTADA	<p>Establecer y mantener una relación armónica.</p> <p>Contratación de mano de obra acorde con la normatividad vigente y priorizando la mano de obra local.</p>	<p>Conflictos potenciales y su resolución.</p> <p>Contratación de mano de obra priorizando criterios de igualdad de oportunidades, contratación de mano de obra, de acuerdo con las regulaciones del Servicio Público de Empleo. (sin que haya injerencia de autoridades veredales o municipales).</p>	<p>Determinación de la situación actual</p> <p>Evaluación de procesos contractuales de personal y servicios llevados a cabo por las contratistas.</p> <p>Desarrollo de herramienta o encuesta para determinar percepción</p>	<p>1. Comunidad organizada y el grado de satisfacción de la comunidad respecto del desarrollo proyecto.</p> <p>2. Identificar nueva población asentada movilizada por el proyecto.</p> <p>3. Se cumplió con lo establecido para contratación de personal acorde con lo previsto en el Decreto 1668 del 2016 o, dado el caso, la norma que la modifique, derogue o sustituya.</p>
ADMINISTRACIÓN LOCAL	<p>Minimizar expectativas y orientar la relación para futuros desarrollos hidrocarburíferos.</p>	<p>Percepción y actitud frente al manejo de los programas sísmicos.</p>	<p>Desarrollo de herramienta o encuesta para determinar percepción.</p>	<p>Grado de aceptación del proyecto</p>
ORGANIZACIONES LOCALES Y CIVILES	<p>Promover la participación ciudadana.</p>	<p>Conflictos y quejas presentados.</p>	<p>Determinación y ponderación de conflictos presentados.</p> <p>Quejas y reclamos de las organizaciones sociales.</p>	<p>Valorar el nivel de participación ciudadana.</p> <p>Totalidad de las quejas y reclamos de organizaciones atendidas y solucionadas.</p>

Nota: Los mecanismos de medición de la percepción y grado de aceptación de los grupos de interés sobre el proyecto, deberán ser propuestos por cada operador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. Manual para la Adquisición y Procesamiento de Sísmica terrestre y su Aplicación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., 2010.
- ALBERTA AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT. Seismic Operations and Land Owners Rights. 2012. [consultado el 12 noviembre de 2019]. Disponible en: . <https://open.alberta.ca/dataset/6785514a-e668-4f7f-92aa-c7cc3e85f787/resource/40be42c6-9a38-44ae-bee3-000e876ee1af/download/2012-878-5.pdf>
- AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Guía de Participación Ciudadana para el Licenciamiento Ambiental. Bogotá D.C., 2018. [consultado el 17 octubre de 2021]. Disponible en: [http://www.andi.com.co/Uploads/guia\\_participacion\\_ciudadana.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/guia_participacion_ciudadana.pdf)
- BERGMANN, P. G. (2010). New Encyclopedia Britannica. (Vol. 26). Chicago, IL: Encyclopedia Britannica.
- CHECA, CARLOS. “Caracterización del uso de vibros como fuente de información geofísica”- Apuntes de Andrea Sornoza, 2017.
- COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 99 de 1993. Congreso de la Republica. Principios de la gestión ambiental del país y organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA. En: Diario Oficial. Diciembre de 1993. Nro. 41146.
- COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1523 del 2012. “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”. En: Diario Oficial. Abril del 2012. Nro. 48411.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2041. (15, Octubre, 2014). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Bogotá D.C., 2014.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076. (26, Mayo, 2015). “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y de Desarrollo Sostenible”. Bogotá D.C., 2015.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 2613 (20. Noviembre, 2013). “Por el cual se adopta el Protocolo de Coordinación Interinstitucional para la consulta previa”. Bogotá D.C., 2013.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Bogotá, DC., 2005.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos y Plan de Acción 2021 - 2030. Bogotá, DC., 2021.
- COLOMBIA. EL MINISTERIO DEL TRANSPORTE. Decreto 1609. (31, Julio, 2002), “Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”. Bogotá D.C., 2002.
- COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE LA PRESIDENCIA. Decreto 2157. (20, Diciembre, 2017). “por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012”. Bogotá D.C., 2017.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE DEFENSA. Decreto 2535. (17, Diciembre, 1993). Normas y requisitos para la tenencia de explosivos y sus accesorios. Bogotá D.C., 1993.
- COLOMBIA. MINISTERIO DEL INTERIOR. Decreto 1868. (27, Diciembre, 2021). “Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos y Sustancias Peligrosos”. Bogotá D.C., 2021.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1912. (15, Septiembre, 2017). “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. Bogotá D.C., 2017.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. “Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos” Bogotá D.C., 2002.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. “Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre” Bogotá D.C., 1997.
- D. RAPPIN\*, P. FAURE, C. ARTZT. Determination of safety distances and source monitoring during land seismic acquisition. Total Exploration and Production, Geophysical Operations and Technology, CSTJF, F-64018 Pau Cedex, France. 2007.[consultado el 28 mayo de 2021]. Disponible en: <http://library.seg.org/>
- ECOPETROL. VICEPRESIDENCIA DE EXPLORACIÓN. Instructivo para la Caracterización Geofísica en Áreas para el Diseño y Análisis de Factibilidad en Programas de Exploración Sísmica Terrestre. Bogotá D.C., 2020.
- EUROPEAN UNION. Improving environmental and social performance Good practice guidance for the oil and gas industry. 2019. [consultado el 28 mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.europa.eu>
- IATA. Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas. 59a edición, publicada el 4 de enero del 2018.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOPHYSICAL CONTRACTORS – IAGC. Environmental Manual for Worldwide Geophysical Operations. Houston, Texas (2017). [consultado el 17 mayo de 2022]. Disponible en: [http://internationalgeophysicalxprod.weblinkconnect.com/uploads/4/5/0/7/45074397/environmental\\_compliance\\_manual.pdf](http://internationalgeophysicalxprod.weblinkconnect.com/uploads/4/5/0/7/45074397/environmental_compliance_manual.pdf)
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Código IMDG International Marine Dangerous Goods. IMO Publishing, edición de 2018 en español.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Onshore Oil and Gas Development. (2012). [consultado el 15 agosto de 2021] Disponible en: [www.ifc.org/ehsguidelines](http://www.ifc.org/ehsguidelines)
- IPIECA. Environmental management in the upstream oil and gas industry. Report 254. 2020. [consultado el 17 junio de 2021]. Disponible en: <https://www.ipieca.org/resources/good-practice/environmental-management-in-the-upstream-oil-and-gas-industry/>
- IPIECA. Alien invasive species and the oil and gas industry - Guidance for prevention and management. 2010. [consultado el 10 agosto de 2021] Disponible en: <https://www.ipieca.org/resources/good-practice/alien-invasive-species-and-the-oil-and-gas-industry/>
- COLOMBIA, ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución Política de Colombia. 2a ed. Bogotá: Temis, 2007. 304 p. ISBN 9789583505966.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Planificación y Gestión Ambiental de Proyectos de Exploración Sísmica Terrestre, NTC 5067. Bogotá D.C.: El Instituto. 2002.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Establecimiento de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), NTC ISO 14001. Bogotá D.C.: El Instituto. 2015.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Transporte de mercancías peligrosas, Clase 1. Explosivos. Transporte terrestre por carretera. NTC 3966. Bogotá D.C.: El Instituto. 1996.

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Especificaciones Técnicas para la Construcción de un Pozo de Monitores para Aguas Subterráneas, NTC 3984. Bogotá D.C.: El Instituto. 1996.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental de residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente, GTC 24. Bogotá D.C.: El Instituto. 2009.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Guía para la recolección selectiva de residuos sólidos, GTC 35. Bogotá D.C.: El Instituto. 2003.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental de Residuos. Guía para la implementación de la gestión integral de residuos, GTC 86. Bogotá D.C.: El Instituto. 2003.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental de Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos, GTC 53-2. Bogotá D.C.: El Instituto. 2004.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental de Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos, GTC 53-7. Bogotá D.C.: El Instituto. 2006.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la minimización de los impactos ambientales de los residuos de envases y embalaje, GTC 53-8. Bogotá D.C.: El Instituto. 2006.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía de buenas prácticas sociales para la exploración y explotación de hidrocarburos, GTC 250. Bogotá D.C.: El Instituto. 2014.
- FRANCIA. LES MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE. Circulaire du 23/07/86 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. Francia, 1986. [consultado el 28 enero de 2021]. Disponible en: [https://aida.ineris.fr/consultation\\_document/8421](https://aida.ineris.fr/consultation_document/8421)
- MATT FINER, CLINTON N. JENKINS, BILL POWERS. Potential of Best Practice to Reduce Impacts from Oil and Gas Projects in the Amazon. University of Florida. Mayo, 2013. [consultado el 28 julio de 2021]. Disponible en: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013PLoS...863022F/abstract>
- MINISTRY OF ENVIRONMENT – NEW ZEALAND. Managing Environmental Effects of Onshore Petroleum Development Activities (Including Hydraulic Fracturing): Guidelines for Local Government. March 2014. [consultado el 5 septiembre de 2021], Disponible en: [www.mfe.govt.nz](http://www.mfe.govt.nz)
- NACIONES UNIDAS. Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro (Brasil), 1992. [consultado el 28 julio de 2021]. Disponible en: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/02/Declaracion-de-rio.pdf>
- NEW BRUNSWICK – CANADA. Responsible Environmental Management of Oil and Natural Gas Activities in New Brunswick Rules for Industry. February 15, 2013. [consultado el 28 julio de 2021] Tomado de: <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Corporate/pdf/ShaleGas/en/RulesforIndustry.pdf>
- WESTLUND D, THURBER M. Best Environmental Practices for Seismic Exploration in Tropical Rainforest. Society of Petroleum Engineer. Rio de Janeiro, Brazil. 2010.

# GLOSARIO

TÉRMINO	DEFINICIÓN
ACUÍFERO	Unidad de roca o sedimento, capaz de almacenar y transmitir agua, entendida como el sistema que involucra las zonas de recarga, tránsito y de descarga, así como sus interacciones con otras unidades similares, las aguas superficiales y marinas.
ADQUISICIÓN SÍSMICA TERRESTRE	Método geofísico utilizado, basado en la reflexión de ondas elásticas. Consiste en la generación artificial y controlada de ondas que se desplazan a través de las capas del subsuelo y son reflejadas y refractadas hacia la superficie por las interfaces encontradas en su recorrido. Al llegar a la superficie son captadas y registradas mediante detectores especiales denominados geófonos. La adquisición sísmica podrá realizarse utilizando diseños 2D y 3D.
ÁREAS AMBIENTALMENTE SENSIBLES	Son aquellas en que una pequeña intervención de carácter antrópico puede desencadenar una serie de alteraciones del ecosistema que pueden ser irreversibles. Se determinan tomando en cuenta el grado de vulnerabilidad de los componentes ambientales existentes, en relación a las actividades de un proyecto. La vulnerabilidad es una función de las características del parámetro ambiental en riesgo, su posibilidad y magnitud de afectación.
AMBIENTE (MEDIO AMBIENTE)	Entorno en el que opera una organización, que incluye aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación.
ÁREA DE ADQUISICIÓN SÍSMICA TERRESTRE	Totalidad del área donde se realizan las actividades de adquisición sísmica terrestre (líneas sísmicas y áreas de ubicación de campamentos, e infraestructura del proyecto en general).
BIODIVERSIDAD	Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un conjunto de diversas especies que habitan en una localidad particular, incluyendo sus complejas interacciones bióticas
DESARROLLO SOSTENIBLE	Conduce 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 ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.
CAMPAMENTO BASE	Campamento principal, es el más completo y cuenta con las instalaciones e infraestructura, para labores operativas, de casino y es habitado permanentemente por personal del proyecto.
CAMPAMENTO VOLANTE	Es un campamento con infraestructura más reducida, se pueden mantener algunos aspectos del campamento base. Hay posibilidad de llevar materiales vía terrestre o aérea.
CIÉNAGAS	Son humedales que están conectados con las zonas medias y bajas de los ríos a través de los caños. De esta conexión depende la renovación de sus aguas y el intercambio de sedimentos y organismos. Están fuertemente influenciados por la estacionalidad y constituyen sitios de amortiguación de las crecientes.
DIQUE	Estructura que rodea los tanques de almacenamiento de hidrocarburos. Se diseña de tal manera que su capacidad de retención de fluido en el evento de un derrame masivo, sea 1.1 veces la capacidad del tanque más grande.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
ECOSISTEMA	Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera (Decreto 1076 del 2015).
ESCORRENTIA	Agua que escurre por la superficie del suelo, cuando la precipitación supera la capacidad de infiltración de este.
EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL	Es el proceso mediante el cual se determina si existe una amenaza potencial que comprometa la calidad del agua, aire o suelo, poniendo en peligro la salud del ser humano como consecuencia de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un sitio, incluyendo aquellos compuestos tóxicos presentes que son producto de actividades industriales ajenas al sitio o cualquier otra fuente de contaminación, y define un rango o magnitud para el riesgo.
FASE PRE-OPERATIVA DE LA ADQUISICIÓN SÍSMICA TERRESTRE	Fase de alistamiento y planeación del proyecto que ocurre previa a la ejecución de cualquier actividad relacionada con el proyecto en el área de exploración sísmica terrestre.
FASE OPERATIVA DE LA ADQUISICIÓN SÍSMICA TERRESTRE	Fase en la cual se realizan las actividades directa e indirectamente relacionadas con el proyecto de adquisición sísmica; estas actividades incluyen: movilización, instalación de campamentos, construcción de helipuertos, apertura de trochas, nivelación en superficie, perforación de los puntos de registro o disparo, activación de fuentes de energía (carga impulsiva o vibros) y registro de la información, entre otros.
FASE POSTOPERATIVA	Fase posterior a la fase operativa, una vez ha terminado la adquisición sísmica terrestre dentro de la cual se adelanta la desmovilización y desmantelamiento de equipos y campamentos y se implementan las acciones de restauración y recuperación de las áreas intervenidas.
GESTIÓN AMBIENTAL	El control apropiado del ambiente físico, para propiciar su utilización con el mínimo abuso, de modo de mantener las comunidades biológicas, para el beneficio continuado del hombre.
HUMEDALES	Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Convención Ramsar).
IMPACTO AMBIENTAL	Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.
INDICADOR AMBIENTAL	Expresión utilizada para proveer información acerca del desempeño ambiental o la condición del entorno.
INFILTRACIÓN	Penetración del agua en el suelo a través de grietas y poros, sometida a fuerzas de gravedad y capilaridad.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
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.
MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.
MEJOR PRÁCTICA AMBIENTAL	Es la innovación y mejora continua, aportes y colaboración entre empresas, contratistas y partes interesadas externas, en la gestión de los aspectos ambientales de los proyectos.
MONITOREO	Recolección, con un propósito predeterminado, de mediciones u observaciones sistemáticas y comparables, en una serie espacio - temporal, de cualquier variable o atributo ambiental que proporcione una visión sinóptica o una muestra representativa del ambiente.
PAISAJE	Porción de espacio de la superficie terrestre aprendida visualmente. En sentido más preciso, parte de la superficie terrestre que en su imagen externa y en la acción conjunta de los fenómenos que lo constituyen presenta caracteres homogéneos y una cierta unidad espacial básica.
PARTES INTERESADAS	En un proyecto, las partes interesadas son cualquier individuo, grupo u organización que forme parte o se vea afectado por el mismo, obteniendo algún beneficio o perjuicio.
PÁRAMO	Piso bioclimático ubicado entre el límite superior del bosque alto andino, alrededor de los 3800 msnm y el límite inferior de los glaciares, más o menos a 4800 m de altura.
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.
PERMISO AMBIENTAL	Autorización que concede la autoridad ambiental para el uso o beneficio temporal de un recurso natural.
RECICLAJE	Son los procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos recuperados y se devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.
RIESGO AMBIENTAL	Se define como la probabilidad de ocurrencia que un peligro afecte directa o indirectamente al ambiente y a su biodiversidad, en un lugar y tiempo determinado, el cual puede ser de origen natural o antropogénico.
RUIDO	Es la denominación dada a un conjunto de sonidos armónicamente indeseables, discordantes y confusos. Por regla general, 85 decibeles (dB) puede considerarse como el nivel crítico para el daño al oído.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	La parte del sistema de gestión total, el cual incluye la estructura organizacional, planificación de las actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental.
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.
SISTEMA COMANDO DE INCIDENTES	Es la combinación de instalaciones, equipamiento, personal, procedimientos, protocolos y comunicaciones, operando en una estructura organizacional común, con la responsabilidad de administrar los recursos asignados para lograr efectivamente los objetivos pertinentes a un evento

## ANEXO 1. Caracterización del uso de vibradores como fuente de información geofísica

Jaime Checa<sup>4</sup>

### TAMAÑO

En los últimos años se han vuelto a utilizar vibradores en Colombia como fuente de energía después de un largo periodo de no usarse. En su gran mayoría, los vibradores que se han usado son equipos relativamente pequeños tipo UNIVIB con un largo de 6,3 m y ancho de 2,13 m y un peso total que varía entre 9 y 12 toneladas.

#### 1. UNI VIB, similar al NOMAD 15. Equipos de 9 toneladas, 6.3 m de largo y 2.13 m de ancho



Dependiendo de la respuesta del terreno y del objetivo exploratorio, se pueden llegar a usar varios camiones vibrando simultáneamente para cada punto de fuente (arreglo de fuente). En terrenos cenagosos o poco firmes la afectación del tránsito y vibración de un arreglo de varios camiones puede llegar a ser significativa. En levantamientos 3D, la búsqueda de rutas para acceder a los puntos de vibrado puede resultar en un área mayor de afectación que cuando se trabaja con explosivos, caso en el cual se puede conservar mejor la geometría original del levantamiento.

En ocasiones, se requieren vibradores mucho más grandes para obtener los resultados requeridos. A manera de ejemplo se muestran los NOMAD 65, equipos con una longitud y ancho de 11 m y 3.50 m, con un peso variable entre 32 y 42 toneladas. Este tipo de equipo es usado de manera rutinaria en Argentina, Paraguay y el Medio Oriente, pero, a juicio del autor de este texto, es muy improbable que se puedan usar en Colombia dado su peso y tamaño. En estos casos puede utilizarse más de un vibro de menor dimensión a la vez.

4. Ing. Civil Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, *Specialist in Exploration Geophysics, Colorado School of Mines*. Expresidente asociación de geólogos y geofísicos de Colombia. Experto en geofísica con más de 35 años de experiencia.

## 2. Nomad 65, equipo que puede llegar a las 42 toneladas de peso y tiene un largo de 11 m y ancho de 3.50 m



### LÍNEAS QUEBRADAS

Es común que los vibradores se usen en programas sísmicos de reconocimiento regional donde se pueden hacer líneas sísmicas 2D a lo largo de las vías existentes (por ejemplo, programas de la ANH en el programa sísmico regional Pailitas y de Ecopetrol en el bloque Cardón) en el Cesar. Sin embargo, las líneas quebradas (crooked lines) por su misma naturaleza presentan variados problemas de resolución y posicionamiento.

### RESUMEN

Los vibradores son una fuente versátil y exitosa en el mundo. Sin embargo, su uso se ha extendido principalmente en áreas donde las condiciones geográficas son óptimas (desiertos, pampa, zonas congeladas en el ártico) que difieren de las condiciones andinas presentes en algunas regiones.

Los vibradores se usan regularmente en zonas pobladas o con infraestructura existente (viviendas, obras de concreto, edificaciones) donde sería imposible hacer perforaciones (por ejemplo, programa sísmico Guajira 3D sector Maicao en el Departamento de La Guajira, 2016).

Los vibradores pueden ser la fuente preferida en aquellos lugares donde el terreno se presta para movilizarlos con facilidad y también donde existe infraestructura de vías. Permiten eliminar la actividad de perforación que es una de las más costosas y hacen que los trabajos puedan ejecutarse en menor tiempo. Sin embargo, no siempre su uso satisface los requerimientos geofísicos del levantamiento, por lo cual debe dejarse abierta la posibilidad de usar fuentes impulsivas o de hacer levantamientos combinados.

La escogencia de la fuente para un programa sísmico responde a una serie de consideraciones de diversa índole (geofísica, geográfica, ambiental, social, presupuestal, etc.) que son únicas y por lo tanto deben analizarse para cada proyecto evitando la generalización.

### 3. Comparación entre explosivos y vibradores mostrando cómo las ondas superficiales oscurecen las reflexiones de interés

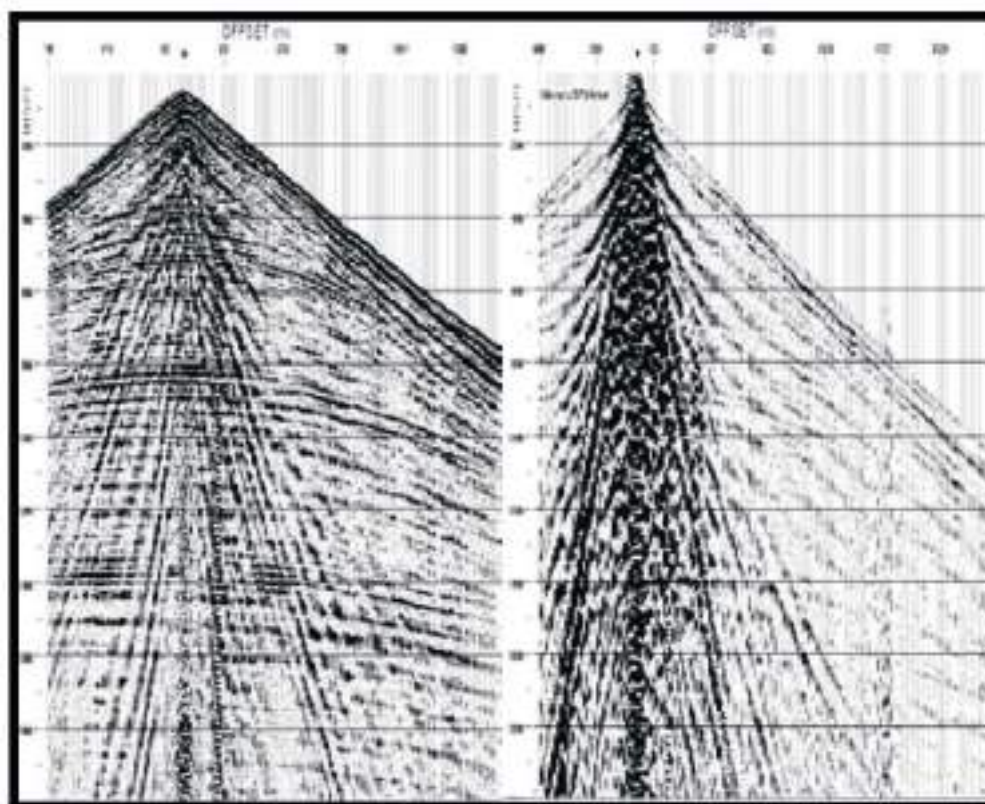


Fig. 3. Raw record comparison. Dynamite on left, Vibroseis on the right;  $T^2$  scaling only.



**Ambiente**



**Guía Básica Ambiental**  
para programas de  
**Exploración**  
**Sísmica Terrestre**

**Edición actualizada 2025**