

**REVISIÓN METODOLÓGICA DE DAA, EIA Y PMA EN ACTIVIDADES
PETROLERAS**

**GUSTAVO ARANGUREN SÁNCHEZ
2100982**



**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ÉNFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D.C.
2017**

**REVISIÓN METODOLÓGICA DE DAA, EIA Y PMA EN ACTIVIDADES
PETROLERAS**

**GUSTAVO ARANGUREN SÁNCHEZ
2100982**

**Proyecto de grado para optar el título de
Magíster en Ingeniería Civil
Énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente**

**Tutor:
ING. HÉCTOR MATAMOROS RODRÍGUEZ
Profesor Asistente de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
ÉNFASIS EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D.C.
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

La tesis de maestría titulada “Revisión metodológica de DAA, EIA Y PMA en actividades petroleras”, presentada por Gustavo Aranguren Sánchez, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en recursos hidráulicos y medio ambiente.

Jurado No. 1

Dr. German Santos Granados

Jurado No. 2

Dr. Alfonso Rodríguez Díaz

Director

Ing. Héctor Matamoros Rodríguez

Bogotá, 27 de Enero de 2017

Dedico este trabajo a mi padre, Gustavo Aranguren; mi tía Mercedes Sánchez; mis hermanos William, Giovanni y Jorge; mi esposa Luz Helena, mi hija Dirley Alejandra, mis sobrinos Juan José, Giovanni Andrés, Sonia Carolina y Miguel Ángel. A todos mis familiares y amigos.

Agradezco a Dios por permitirme estar aquí.

A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, especialmente al departamento de Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente por acogerme.

A los ingenieros Héctor Matamoros, German Santos, German Acero y Alfonso Rodríguez por el apoyo que me brindaron con sus conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

1	JUSTIFICACIÓN.....	24
2	OBJETIVOS, ALCANCE Y MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.1	OBJETIVOS.....	25
2.1.1	<i>General</i>	25
2.1.2	<i>Específicos</i>	25
2.2	ALCANCE DE ESTE TRABAJO.....	26
2.3	METODOLOGÍA.....	26
2.4	MARCO CONCEPTUAL DE LAS ACTIVIDADES PETROLERAS Y DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	28
2.5	EXPLORACIÓN.....	30
2.5.1	<i>Exploración geofísica</i>	30
2.5.1.1	Gravimetría.....	30
2.5.1.2	Magnetometría.....	31
2.5.1.3	Perfiles eléctricos.....	32
2.5.1.4	Sismografía.....	33
2.5.1.4.1	Recomendaciones ambientales para levantamientos sísmicos terrestres.....	34
2.5.1.4.2	Nivelación y ajuste de las líneas sísmicas.....	35
2.5.1.4.3	Tipos de fuentes de energía usados en Colombia.....	38
2.5.2	<i>Exploración geológica</i>	41
2.5.3	<i>Exploración geoquímica</i>	43
2.6	PERFORACIÓN DE POZOS.....	44
2.6.1	<i>Proceso de perforación e instalación de torres en tierra</i>	45
2.6.2	<i>Métodos de perforación</i>	46
2.6.2.1	Método rotatorio.....	46
2.6.2.2	Método multilateral.....	47
2.7	EXPLOTACIÓN PETROLERA.....	48
2.7.1	<i>Minería</i>	50
2.7.2	<i>Inyección de agua</i>	50
2.7.3	<i>Métodos termales</i>	51
2.7.3.1	Estimulación cíclica con vapor de agua.....	51
2.7.3.2	Desplazamiento por vapor de agua.....	52
2.7.3.3	Método de drenaje gravitacional asistido por vapor.....	52
2.7.3.4	Técnica del fracking.....	53
3	CONSIDERACIÓN DE ACCIONES E IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PETROLERAS DE EXPLORACIÓN, PERFORACIÓN O PRODUCCIÓN	58
3.1	EXPLORACIÓN PETROLERA “SÍSMICA”.....	58
3.2	PERFORACIÓN PETROLERA. “PERFORACIÓN DE POZOS”.....	67
3.3	PRODUCCIÓN PETROLERA. “DESARROLLO DE POZOS”.....	78
3.4	DESMANTELAMIENTO, RECUPERACIÓN AMBIENTAL, ABANDONO Y EVALUACIÓN EX POST PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PETROLERAS.....	93
3.4.1	<i>Principales actividades en el desmantelamiento</i>	93
3.4.2	<i>Principales actividades del abandono y restauración</i>	93
3.4.3	<i>Desmantelamiento</i>	94
3.4.4	<i>Evaluación ex post</i>	97
3.4.4.1	Aspectos metodológicos de la evaluación ex post.....	100

4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN, DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS (DAA), EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	101
4.1	DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL REQUERIDO DAA, EIA O PMA.....	102
4.1.1	<i>Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir un DAA...</i>	102
4.1.1.1	Contenidos básicos de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA)	105
4.1.2	<i>Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)</i>	107
4.1.2.1	Contenidos básicos de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	110
4.1.3	<i>Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir un Plan de Manejo Ambiental (PMA)</i>	113
4.1.3.1	Contenidos básicos de un Plan de Manejo Ambiental (PMA)	113
4.1.3.2	Principales manejos ambientales que se realizan en la industria petrolera.....	115
4.2	TEORÍA ACERCA DE ALGUNAS METODOLOGÍAS EMPLEADAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	116
4.2.1	<i>Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método comparativo con las normas colombianas</i>	116
4.2.1.1	Método (EIA) normas colombianas, Resolución 627 de 2006.....	116
4.2.1.2	Análisis de la Resolución 610 de 2010.....	118
4.2.1.3	Análisis del Decreto 1594 de junio 26 de 1984	119
4.2.2	<i>Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método matriz de Leopold</i>	123
4.2.2.1	Exploración.....	125
4.2.2.2	Perforación de pozos.....	128
4.2.2.3	Producción de pozos	138
4.2.3	<i>Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método de Battelle-Columbus</i>	147
4.3	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	150
4.3.1	<i>Contenido del Plan de Manejo Ambiental</i>	151
4.3.1.1	Programas que debe tener un Plan de Manejo Ambiental (PMA)	152
4.3.1.2	Desmonte de las relaciones de la operadora con las comunidades en el área de influencia.....	159
4.3.1.3	Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	159
5	CONCLUSIONES	160
6	BIBLIOGRAFÍA	163
7	ANEXOS	168

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distancias reducidas de Seguridad 1.	36
Tabla 2. Distancias reducidas de Seguridad 2.	37
Tabla 3. Proyecto de exploración sísmica terrestre. Descripción general.	59
Tabla 4. Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre 1 ...	60
Tabla 5. Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre 2. ...	61
Tabla 6. Impactos ambientales causados por la actividad sísmica.	62
Tabla 7. Comparación entre actividades de exploración.	63
Tabla 8. Operación en campo, proyectos de exploración por gravimetría.	64
Tabla 9. Operación en campo, proyectos de exploración por magnetometría.	65
Tabla 10. Operación en campo, proyectos de exploración por perfiles eléctricos.	65
Tabla 11. Operación en campo, proyectos de exploración por método geológico.	66
Tabla 12. Operación en campo, proyectos de exploración por método geoquímico.	66
Tabla 13. Actividades de construcción en proyectos de perforación.	67
Tabla 14. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de planeación 1.	69
Tabla 15. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de planeación 2.	70
Tabla 16. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de construcción.	71
Tabla 17. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de perforación.	72
Tabla 18. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de abandono y restauración.	73
Tabla 19. Impactos ambientales causados por la perforación.	74
Tabla 20. Comparación entre actividades de perforación.	76

Tabla 21. Operación en campo, proyectos de perforación por los métodos rotatorio y multilateral.	77
Tabla 22. Proyecto de desarrollo y explotación de campos petroleros. Descripción general de la etapa de planeación 1.	80
Tabla 23. Proyecto de desarrollo y explotación de campos petroleros. Descripción general de la etapa de planeación 2.	81
Tabla 24. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 1.	82
Tabla 25. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 2.	83
Tabla 26. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 3.	84
Tabla 27. Proyecto de explotación de campos petroleros. Operación y mantenimiento de instalaciones.	85
Tabla 28. Proyecto de explotación de campos petroleros. Abandono y restauración.....	86
Tabla 29. Aspectos e impactos ambientales de la construcción.	87
Tabla 30. Aspectos e impactos ambientales de la operación de campo.	88
Tabla 31. Impactos ambientales causados por la actividad de producción.	89
Tabla 32. Comparación entre actividades de producción.....	91
Tabla 33. Operación en campo, proyectos de producción por los métodos de técnica de minería, inyección de agua, métodos termales “estimulación cíclica, vapor de agua, drenaje gravitacional y técnica del fracking.	92
Tabla 34. Principales etapas del desmantelamiento durante la actividad de exploración petrolera.	95
Tabla 35. Principales etapas del desmantelamiento y abandono durante las actividades de perforación y producción petrolera.	96
Tabla 36. Componentes de la evaluación ex post 1.....	98
Tabla 37. Componentes de la evaluación ex post 2.....	99

Tabla 38. Metodologías empleadas para diferentes tipos de proyectos.....	101
Tabla 39. Lista de chequeo para evaluar caso a caso 1.	103
Tabla 40. Contenido básico de un DAA.	106
Tabla 41. Lista de chequeo para evaluar caso a caso 2.	108
Tabla 42. Contenido básico de un EIA.	111
Tabla 43. Actividades básicas de un plan de monitoreo y seguimiento.	114
Tabla 44. Medición del ruido.	117
Tabla 45. Medición de contaminación del aire.	118
Tabla 46. Evaluación de la contaminación del aire.	119
Tabla 47. Medición calidad del agua.	120
Tabla 48. Evaluación de la calidad del agua.	121
Tabla 49. Evaluación de los vertimientos.	122
Tabla 50. Magnitud del impacto ambiental.....	124
Tabla 51. Importancia del impacto ambiental.....	124
Tabla 52. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad exploración por sísmica.....	126
Tabla 53. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad exploración por sísmica.....	127
Tabla 54. Matriz de interacción sistema antrópico. Actividad exploración por sísmica.	128
Tabla 55. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad perforación.	129
Tabla 56. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad perforación.	132
Tabla 57. Matriz de interacción sistema antrópico. Actividad perforación.	135
Tabla 58. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad producción.....	139
Tabla 59. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad producción.....	142

Tabla 60. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad producción.....	145
Tabla 61. Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.....	149
Tabla 62. Objetivos y metas ambientales del ejecutor de obra en un PMA.	151
Tabla 63. Objetivos de llevar una bitácora.	153
Tabla 64. Plan de Manejo Ambiental (PMA). Actividad exploración.....	154
Tabla 65. Plan de Manejo Ambiental (PMA). Actividad perforación de pozos.....	154
Tabla 66. Plan de Manejo Ambiental 1 (PMA). Desarrollo campos petroleros. ...	155
Tabla 67. Explicación del formulario Proyectos del plan de Manejo Ambiental 1.	155
Tabla 68. Evaluación ex post, actividad sísmica.	156
Tabla 69. Ejemplos 1 de la evaluación ex post pozos.	158
Tabla 70. Ejemplos 2 de la evaluación ex post pozos.	158
Tabla 71. Determinación del estudio ambiental DAA.	169
Tabla 72. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema abiótico 1.....	172
Tabla 73. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema abiótico 2.....	173
Tabla 74. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema biótico.....	174
Tabla 75. Sistema abiótico componente atmosférico.	175
Tabla 76. Sistema abiótico componente terrestre.	176
Tabla 77. Sistema abiótico componente hídrico 1.....	177
Tabla 78. Sistema abiótico componente hídrico 2.....	178
Tabla 79. Sistema biótico componente terrestre 1.	180
Tabla 80. Sistema biótico componente terrestre 2.	181
Tabla 81. Sistema biótico componente acuático.	182

Tabla 82. Sistema antrópico componente recursos.	183
Tabla 83. Sistema antrópico componente infraestructura.	184
Tabla 84. Sistema antrópico componente estructura.	185
Tabla 85. Sistema antrópico componente superestructura.	186
Tabla 86. Criterios para evaluar la importancia de los efectos negativos.....	187
Tabla 87. Contenido y características de los estudios ambientales.	188
Tabla 88. Horarios diurno y nocturno de la Resolución 627.....	189
Tabla 89. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados dB(A).....	190
Tabla 90. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A).....	191
Tabla 91. Medición del ruido.	193
Tabla 92. Combinación de colores cada 5(dB).....	194
Tabla 93. Niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio.	196
Tabla 94. Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos.	197
Tabla 95. Umbrales para sustancias generadoras de olores ofensivos.	197
Tabla 96. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia.	198
Tabla 97. Artículos del Decreto 1594 de 1984 que tendrían vigencia.	199
Tabla 98. Sustancias de interés sanitario 1.....	200
Tabla 99. Sustancias de interés sanitario 2.....	200
Tabla 100. Sustancias de interés sanitario 3.....	201
Tabla 101. Sustancias de interés sanitario 4.....	202
Tabla 102. Valores máximos admisibles para diferentes actividades.	204

Tabla 103. Criterios de calidad admisibles (fauna y flora).....	206
Tabla 104. Tiempos de transición y régimen transicional para aplicar la norma.	208
Tabla 105. Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento.....	209
Tabla 106. Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento a un alcantarillado.....	209
Tabla 107. Concentraciones para el control de la carga de algunas sustancias de interés sanitario.....	210
Tabla 108. Resumen definición de actividades según la Resolución 0631 de 2015.....	211
Tabla 109. Artículo 11, De los vertimientos en actividades de hidrocarburos.	212
Tabla 110. Medición de la calidad del agua.	214
Tabla 111. Evaluación de la calidad del agua.	215
Tabla 112. Evaluación de los vertimientos.....	216
Tabla 113. Identificación y saneamiento del pasivo ambiental.....	218
Tabla 114. Contenido mínimo de la fase desmantelamiento y abandono.	219
Tabla 115. Presentación del formulario.....	240
Tabla 116. Uso del desplegable.....	241
Tabla 117. Elección de los datos que se deben colocar en las celdas.....	242
Tabla 118. Trámite de las celdas.	242
Tabla 119. Formulario en blanco para digitar los datos obtenidos en campo.	243
Tabla 120. Digitación de datos obtenidos en campo.....	244
Tabla 121. Cálculo de resultados.....	244
Tabla 122. Resultados obtenidos.....	245
Tabla 123. Presentación del formulario.....	246
Tabla 124. Digitación de datos de campo.	246

Tabla 125. Realización de cálculos.	247
Tabla 126. Limpieza de datos del formulario.....	248
Tabla 127. Presentación del formulario.....	249
Tabla 128. Ingreso de datos.....	249
Tabla 129. Ingreso total de datos y su validación.....	250
Tabla 130. Diferencia entre el valor encontrado y el valor estándar por norma. .	250
Tabla 131. Presentación del formulario de resultados.	251
Tabla 132. Presentación del formulario.....	252
Tabla 133. Todos los datos cumplen al límite.	253
Tabla 134. Datos que exceden los límites permitidos.	253
Tabla 135. Presentación del formulario.....	254
Tabla 136. Formulario empleado.....	254
Tabla 137. Presentación del formulario.....	255
Tabla 138. Digitar cero en la celda D6.	256
Tabla 139. Matriz de afectación para el sistema abiótico.....	257
Tabla 140. Matriz de afectación para el sistema biótico.....	257
Tabla 141. Matriz de afectación para el sistema antrópico.	258
Tabla 142. Botones en la parte inferior del formulario.....	258
Tabla 143. Valida matriz de interacción clic en 1.	259
Tabla 144. Matriz del impacto para el sistema abiótico.....	260
Tabla 145. Matriz de magnitud del impacto para el sistema biótico.	260
Tabla 146. Matriz de magnitud del impacto para el sistema antrópico.....	261
Tabla 147. Valida magnitud clic en 2.....	261
Tabla 148. Matriz de Importancia del impacto para el sistema abiótico.	262

Tabla 149. Matriz de importancia del impacto para el sistema abiótico.	262
Tabla 150. Matriz de importancia del impacto para el sistema antrópico.	263
Tabla 151. Valida importancia clic en 3.	263
Tabla 152. Ver resultados clic en 4.	264
Tabla 153. Matriz de impacto para el sistema abiótico.	264
Tabla 154. Matriz de impacto para el sistema biótico.	265
Tabla 155. Matriz de impacto para el sistema antrópico.	266
Tabla 156. Ver resumen de resultados clic en 5.	267
Tabla 157. Gráfica en porcentajes de afectación.	267
Tabla 158. Resumen de porcentajes por sistema afectado.	268
Tabla 159. Presentación del formulario.	269
Tabla 160. Elegir botón para cargar datos.	270
Tabla 161. Formulario especies y poblaciones.	270
Tabla 162. Formulario habilitado para cargar datos.	271
Tabla 163. Aviso no permite continuar.	272
Tabla 164. Aviso no permite continuar hasta no llenar con -100.	272
Tabla 165. Valida resultados con el botón valida de 1 FTA hasta 10 FTA.	273
Tabla 166. Resultados.	274
Tabla 167. Forma de cargar el Formulario Evaluación del Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.	274
Tabla 168. Dar clic en continuar.	275
Tabla 169. Al dar clic se regresa al formulario anterior.	275
Tabla 170. Muestra la carga del Índice de Impacto Ambiental con el valor de 0,50.	276
Tabla 171. Se selecciona contaminación ambiental.	277

Tabla 172. Digitación y validación del valor dado.....	277
Tabla 173. Se deben completar todos los espacios en blanco.....	278
Tabla 174. Necesidad de digitar el valor de –100.	278
Tabla 175. Validar datos.....	279
Tabla 176. Muestra de resultados.	279
Tabla 177. Forma de cargar el formulario Evaluación del Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.	280
Tabla 178. Carga datos al formulario de Evaluación de Impacto Ambiental por el método Battelle-Columbus.	280
Tabla 179. Formulario cargado con éxito.	281
Tabla 180. Aceptar y terminar 1.	281
Tabla 181. Aceptar y terminar2.	282
Tabla 182. Formulario resultado de la evaluación.....	282
Tabla 183. Formulario resultado de la evaluación después de cargar los datos.	283
Tabla 184. Presentación del formulario.	284
Tabla 185. Formulario siguiente.	285
Tabla 186. Formulario resumen.	285
Tabla 187. Diligenciar primer formulario.....	286
Tabla 188. Completar las celdas activas del segundo formulario.....	286
Tabla 189. Validar datos.....	287
Tabla 190. Formulario cargado.	287

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Equipo de gravímetro e ilustración espacial de la gravedad.	31
Ilustración 2. Mapa de la intensidad del campo geomagnético F en nT (IGRF-1995).....	32
Ilustración 3. Esquema de la estructura de la plancha y de la masa de reacción.	40
Ilustración 4. Señal de fuerza de la tierra y otra retroalimentación.....	40
Ilustración 5. Área de exploración petrolera.	42
Ilustración 6. Torre de perforación.....	44
Ilustración 7. Sistema circulante del fluido de perforación.....	45
Ilustración 8. Configuración básica de pozos multilaterales.	48
Ilustración 9. Extracción de petróleo.	49
Ilustración 10. Extracción de petróleo utilizando flujos de vapor.	51
Ilustración 11. Recuperación del petróleo por desplazamiento.	52
Ilustración 12. Métodos de extracción de petróleo.	53
Ilustración 13. Evolución de la fractura hidráulica.	54
Ilustración 14. Tipos de perforación.	56
Ilustración 15. Esquema general de la perforación de pozos.	68
Ilustración 16. Componentes del plan de restauración y abandono del campo. ...	94
Ilustración 17. Diagrama de flujo general para cualquier actividad petrolera.	221
Ilustración 18. Continuación de diagrama de flujo general para cualquier actividad petrolera.....	222
Ilustración 19. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Matriz de Leopold.....	223
Ilustración 20. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Colulumb Battelle.....	223

Ilustración 21. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Normas Colombianas.	224
Ilustración 22. Formulario general. Imagen DAA.	225
Ilustración 23. Formulario DAA1.	226
Ilustración 24. Formulario DAA2.	226
Ilustración 25. Formulario DAA3.	227
Ilustración 26. Formulario DAA4.	228
Ilustración 27. Formulario DAA5.	229
Ilustración 28. Formulario DAA6.	229
Ilustración 29. Contenido básico de un DAA.	230
Ilustración 30. Formulario general. Imagen EIA.	231
Ilustración 31. Formulario EIA1.	231
Ilustración 32. Formulario EIA2.	232
Ilustración 33. Formulario EIA3.	232
Ilustración 34. Formulario EIA4.	233
Ilustración 35. Formulario EIA5.	234
Ilustración 36. Formulario EIA6.	234
Ilustración 37. Formulario EIA6.	235
Ilustración 38. Formulario general. Imagen PMA.	236
Ilustración 39. Formulario EIA3.	237
Ilustración 40. Formulario EIA4.	237
Ilustración 41. Formulario EIA5.	238
Ilustración 42. Formulario EIA6.	238

Ilustración 43. Formulario EIA6. 239

Resumen

Este trabajo de grado busca brindar una herramienta de apoyo para desarrollar los estudios ambientales exigidos por las autoridades, con el fin de dar viabilidad a los proyectos del sector petrolero en Colombia.

El trabajo está dividido en cuatro capítulos y un anexo. Primero, se encuentra el marco conceptual y las definiciones para precisar la terminología empleada. Posteriormente, se sintetizan las principales acciones que se ejecutan en el desarrollo de las actividades productivas de la industria del petróleo y se plantea una metodología que facilita el establecimiento del marco necesario para adelantar los estudios ambientales. En primera instancia se establecen las variables y condiciones que determinan la necesidad de hacer un diagnóstico ambiental de alternativas, una evaluación del impacto ambiental o un Plan de Manejo Ambiental para las actividades que requiere esta industria, las cuales abarcan desde la fase exploratoria hasta el desmantelamiento, abandono, restauración y evaluación *ex post*. Una vez establecido el alcance de los estudios y mediante una revisión bibliográfica se seleccionan cuatro metodologías para la evaluación de los impactos ambientales:

- La comparación “Norma colombiana”.
- Métodos cualitativos (matriz de Leopold).
- Métodos cuantitativos (método de Battelle-Columbus).
- Métodos descriptivos (listas de chequeo) implícitos en el trabajo.

La revisión de estas metodologías, a la luz de las actividades de la industria petrolera, permite establecer una serie de formatos que contribuyen a la formulación de los estudios ambientales, encaminados a la implementación y seguimiento de un plan de manejo ambiental.

Con base en esta selección, en un aplicativo se desarrollaron los métodos de evaluación de los impactos ambientales y los formatos para establecer si es necesario un DAA, un EIA o el PMA. Este aplicativo se programó en VBA®, sobre la plataforma Excel® para facilitar y agilizar la elaboración de los estudios ambientales. Adicionalmente, facilita la toma de decisiones para adelantar o no alguna etapa en las actividades petroleras y contribuye en la selección de la metodología o tecnología más conveniente para una actividad específica. En consecuencia, este documento y el programa sirven como instrumento guía para determinar, cuantificar y calificar los parámetros de calidad necesarios para estimar la severidad de los impactos generados por las actividades petroleras.

Este trabajo y los productos presentados cumplen con los objetivos propuestos y contribuyen para que las firmas de este sector desarrollen los estudios

ambientales y cuenten con herramientas que les precisen el alcance y contenido de los estudios.

Introducción

Debido a la importancia de la explotación de petróleo en los últimos años en Colombia y de los daños ambientales que ha causado se ha hecho necesario promulgar leyes, diseñar manuales y crear conciencia en las empresas dedicadas a esta actividad, encaminadas a mejorar el manejo de los recursos y permitir el desarrollo de la industria petrolera reduciendo su impacto sobre el medio natural. El propósito de esta investigación es generar un documento y crear un aplicativo sencillo que ayude a determinar los elementos que se deben tener en cuenta para elaborar un diagnóstico, una evaluación o un Plan de Manejo Ambiental en las diferentes etapas de esta actividad industrial.

La importancia de este trabajo de grado se centra en los siguientes aspectos:

- Permite reconocer la posible afectación sobre el medio ambiente de las actividades petroleras, a través de los conocimientos adquiridos en la Maestría en ingeniería civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente (línea de profundización).
- Es la aplicación y profundización de los conocimientos adquiridos en áreas como impacto ambiental, contaminación ambiental, hidráulica e hidrología computacional, legislación de aguas y medio ambiente, entre otras.
- Recopila información sobre las actividades y los procesos en la industria petrolera.
- Busca establecer las variables de decisión que determinan los componentes que requiere un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) o un Plan de Manejo Ambiental (PMA), además de los parámetros más relevantes que se deben valorar para realizar cada uno de estos estudios.
- El estudio permitió al autor ampliar su conocimiento sobre algunos métodos empleados en la evaluación del impacto ambiental.
- Desarrolla un aplicativo sencillo en Visual Basic Application (VBA), que permite agilizar la selección de los aspectos que se deben tener en cuenta en los estudios ambientales.

El trabajo se desarrolló en cuatro partes, en las cuales también está dividido el presente documento:

- En la primera parte se encuentra la justificación de este trabajo, así como los objetivos principal y secundarios, el alcance y un resumen de las actividades que se adelantaron.
- La segunda sección contiene el marco conceptual del proyecto, la terminología empleada y los principales pasos en el desarrollo de la actividad petrolera, que comprende la exploración, la perforación, la

producción, el desmantelamiento, la recuperación ambiental y la evaluación *ex post*.

- La tercera parte está compuesta por las consideraciones y los posibles impactos debido a las actividades petroleras; el análisis de la información; el diseño de formatos para la toma de decisiones a partir de parámetros mínimos; el diseño de los insumos usados por tres distintas metodologías explícitas propuestas en la modelación de evaluaciones de impacto ambiental (Comparación Normas Colombianas, Matriz de Leopold, Método de Battelle-Columbus). Adicionalmente se identifican y valoran los impactos ambientales (con ayuda de las herramientas del programa Excel) para establecer las respectivas comparaciones.
- Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, donde se concluye acerca de los logros obtenidos y el aporte del presente trabajo.

Al final aparecen los anexos, en los cuales se plasma el análisis del marco legal de resoluciones y decretos existentes en Colombia (niveles admisibles o condiciones reguladoras de emisiones), la teoría acerca de las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental (EIA) y el manual de usuario (VBA) para la determinación de un DAA, EIA o PMA, con recomendaciones mínimas en el contenido de cada estudio.

1 Justificación

Dada la importancia que ha cobrado la exploración petrolera en los últimos años y los problemas ambientales que ha generado, se han implementado leyes y manuales para reglamentar dicha actividad.

Con el fin de tener más claridad sobre este tema, este trabajo de grado y su aplicativo se constituyen en una herramienta para apoyar el desarrollo de un diagnóstico, una evaluación o un Plan de Manejo Ambiental en las diferentes etapas de la actividad petrolera.

Este trabajo compila algunas metodologías disponibles y propone el uso de un aplicativo desarrollado en VBA para Excel[®] para hacer más ágiles y precisos los cálculos y análisis de diagnósticos, evaluaciones o planes de manejo ambiental aplicados a problemas ambientales en la industria petrolera.

En el documento guía y en el aplicativo se establecen los rangos de evaluación de los parámetros ambientales que se deben considerar y aplicar a cada uno de los estudios que se pretendan adelantar.

Este trabajo resulta interesante porque a través de los conocimientos adquiridos en la Maestría en ingeniería civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente (línea de profundización) permite explorar un área de la afectación del medio ambiente debido a las actividades petroleras y sus soluciones. Así como adquirir un conocimiento de los procesos que se adelantan en los proyectos de la industria de los hidrocarburos.

2 Objetivos, alcance y marco conceptual

2.1 Objetivos

2.1.1 General

Establecer los criterios que permitan obtener una metodología y diseñar un aplicativo para apoyar la elaboración de los estudios de diagnóstico ambiental de alternativas, la evaluación de impactos ambientales y los planes de manejo ambiental en Colombia en las actividades petroleras, a partir del Manual de impactos ambientales, criterios y procedimientos 2002, creado por el Ministerio del Medio Ambiente para otorgar licencias ambientales, de los datos observados por entidades como Ecopetrol S.A., de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y de los conocimientos impartidos por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito a lo largo de la Maestría en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente.

2.1.2 Específicos

Recolectar información para el desarrollo del presente trabajo.

Revisar la documentación recolectada.

Realizar un análisis metodológico a partir de la selección de la información recolectada para:

- Establecer los posibles impactos ambientales que generan las actividades petroleras sobre el medio ambiente.
- Obtener una metodología de selección de los aspectos e impactos más relevantes.
- Establecer diversas metodologías de evaluación de los impactos y su significancia.
- Fijar los rangos de tolerancia de cada uno de los parámetros ambientales que se deben considerar en los diferentes estudios ambientales.
- Desarrollar un aplicativo para apoyar la elaboración de los estudios ambientales para el sector petrolero.

2.2 Alcance de este trabajo

Aplicar la metodología de la sistematización de experiencias para el análisis comparativo de las diferentes metodologías empleadas en los estudios de impacto ambiental, de tal forma que se pueda establecer un algoritmo susceptible de ser programado con las herramientas de Excel® y Visual Basic® para Excel®.

Crear en Excel® los formatos necesarios para determinar un diagnóstico ambiental de alternativas, una evaluación del impacto ambiental o el plan de manejo ambiental.

Formular en lenguaje Visual Basic for Application (VBA) las metodologías antes mencionadas.

Construir un modelo en Excel® que incluya los tres aspectos que conforman un estudio de impacto ambiental (diagnóstico ambiental de alternativas, Evaluación de Impacto Ambiental y plan de manejo ambiental), para analizarlos a la luz de la información recolectada.

2.3 Metodología

Se visitaron entidades como Pacific Rubiales, Ecopetrol, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, donde se obtuvieron algunos documentos por entrega directa y otros a través de sus páginas web. En resumen, se visitaron las entidades pertinentes para el desarrollo de este trabajo.

Se hicieron consultas con especialistas en temas ambientales. Además, se tuvieron en cuenta los siguientes documentos:

- Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la licencia ambiental.
- Manual de impactos ambientales. Criterios y procedimientos, 2002.
- Las guías básicas desarrolladas por el Ministerio del Medio Ambiente en temas como exploración sísmica terrestre (1997), perforación de pozos de petróleo y gas (1999) y el desarrollo de campos petroleros (1997).
- Los documentos recuperados de internet y la información suministrada por el ANLA, Ecopetrol y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Documentos acerca de los materiales más comunes que producen residuos, así como su descripción y clasificación, tolerancias permisibles y metodologías empleadas. Información de la disposición de residuos *in situ* y cantidades permisibles.

Por otra parte, se obtuvo información de proyectos que adelanta la ANLA. cabe anotar que ésta fue la principal fuente de información, ya que reúne datos a nivel regional, departamental y nacional que son de fácil consulta.

Debido al carácter de este trabajo se recopiló información bibliográfica acerca de algunas de las metodologías disponibles para el cálculo de diagnóstico ambiental de alternativas, evaluaciones de impacto ambiental o planes de manejo ambiental.

Se investigó sobre los procesos y actividades que se deben ejecutar en el desarrollo de la actividad petrolera, desde la etapa de exploración hasta el abandono y restauración.

Se analizó la información recolectada para las actividades petroleras en los componentes de diagnóstico, evaluación y plan de manejo ambiental. Se hizo un cruce de dicha información para extraer las actividades típicas susceptibles de ser modeladas y programadas.

Se construyó un modelo en Excel[®] y Visual Basic[®] para Excel[®].

2.4 Marco conceptual de las actividades petroleras y de los estudios de impacto ambiental

A continuación se menciona la terminología más usada en el medio ambiental y en las actividades petroleras.

Con base en el Decreto 1728 de 2002, "Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental", los artículos y decretos que lo han derogado, como el Decreto 2041 de 2014, emitido el 15 de octubre, hasta el Decreto 1076 de 2015 "por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales", se adoptan las siguientes definiciones¹:

Alcance de los proyectos, obras o actividades. Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono o terminación de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con su desarrollo.

Área de influencia. Espacio en el cual se manifiestan de manera objetiva y, en lo posible, cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí.

Explotación minera. En este aspecto se acoge lo dispuesto en la Ley 685 de 2001, o la que la modifique, sustituya o derogue.

Artículo 95. Naturaleza de la explotación. La explotación es el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura. El acopio y el beneficio pueden realizarse dentro o fuera de dicha área. El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación.

¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2014), p. 2.

Impacto ambiental. Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcialmente, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

Medidas de compensación. Acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados.

Medidas de corrección. Acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad,

Medidas de mitigación. Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

Medidas de prevención. Acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

Diagnóstico ambiental de alternativas. Comprende el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto causa sobre el medio ambiente, considerando las diferentes alternativas².

Estudio de impacto ambiental. Metodología que se debe seguir para identificar y valorar el impacto que una actividad causa sobre el medio. Con este estudio se busca que la identificación y la evaluación de los impactos sirvan para indicar las posibles medidas correctoras o preventivas³.

Plan de manejo ambiental. Este plan busca prevenir o corregir el impacto ambiental, con el fin de mantener o mejorar las condiciones del medio en que se desarrolla el proyecto o actividad⁴. 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.

² Rodríguez, (2008), pág. 42.

³ Ibid.

⁴ Op cit, p. 46.

El Plan de Manejo Ambiental podrá hacer parte del estudio de impacto ambiental o como instrumento de manejo y control para proyectos, obras o actividades que se encuentran amparados por un régimen de transición⁵.

El alcance de este trabajo Abandono de instalaciones y obras civiles corresponde al abandono a las instalaciones de concreto, metal y asfalto que facilitaron el acceso al campo y propiciaron la comodidad a los trabajadores e incluso a las comunidades vecinas. Exploración petrolera.

2.5 Exploración

La exploración petrolera se refiere a la búsqueda de nuevos yacimientos de hidrocarburos. Con el paso de los años se han desarrollado nuevas técnicas y tecnologías para la localización de reservorios. Sin embargo, no se ha desarrollado un método directo que permita ubicar fácilmente estos yacimientos.

Entre los métodos de exploración están los directos, cuando se hace una perforación directa, y los métodos indirectos, como el uso de fotografías aéreas, gravimetría, magnetometría, geoelectrónica y geosismos.

En la actualidad las técnicas de exploración más utilizadas son la geofísica, la geológica y la geoquímica.

2.5.1 Exploración geofísica

Esta exploración utiliza métodos físicos y matemáticos para determinar las propiedades físicas de las rocas y sus contrastes. En la bibliografía especializada se encuentran diferentes métodos para desarrollar este tipo de trabajo, como la gravimetría, la magnetometría, los perfiles eléctricos y sísmicos.

2.5.1.1 Gravimetría

A través de un instrumento llamado gravímetro se analizan los cambios de la gravedad en distintos sectores del área que se va a explorar. Estos valores se registran en un mapa y se unen los puntos donde la gravedad es igual, obteniendo líneas isogravimétricas. El mapa de anomalías de Bouguer muestra la suma de

⁵ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Op Cit. p. 4.

todos los efectos debidos a las masas presentes, tanto en profundidad como en superficie, Las anomalías se analizan para determinar posibles anticlinales, sinclinales, domos, masas de mayor o menor densidad que las rocas circundantes. Una curva isogravimétrica cerrada señala la existencia de un anticlinal de extensión semejante al área que abarca dicha curva.

En resumen, este método permite determinar el tamaño y la profundidad de las masas que producen diferentes anomalías.

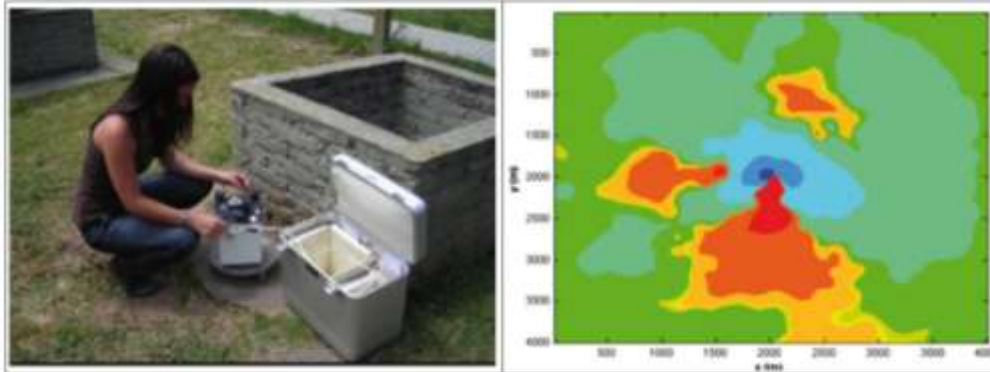


Ilustración 1. Equipo de gravímetro e ilustración espacial de la gravedad.

Fuente: Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísica (2011). Virginia Mason con el gravímetro.

2.5.1.2 Magnetometría

Método geofísico de simple aplicación. Como los yacimientos que contienen magnetita (Fe) producen su propio campo magnético, el magnetómetro mide dichas anomalías (débiles y fuertes) en la superficie terrestre.

Este instrumento permite ubicar puntos con la misma intensidad de campo magnético, de esta manera se obtienen isolíneas con igual intensidad para diferentes escalas de intensidad aplicables a cada variación de campo magnético.

Estas curvas se pueden asociar a la búsqueda de diferentes minerales magnéticos relacionados con el petróleo.

Este método de exploración que mide propiedades magnéticas de las rocas se basa en la diferencia de campo magnético, lo cual permite trazar curvas que revelan la presencia de hidrocarburos.

Este método se puede aplicar desde tierra o desde un avión en vuelo.

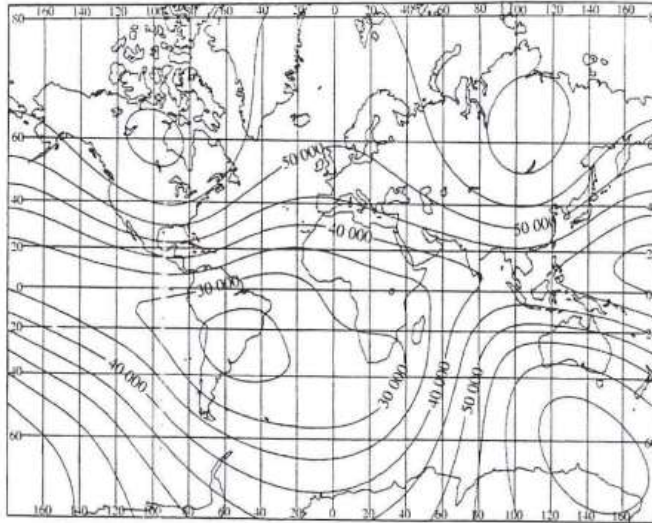


Ilustración 2. Mapa de la intensidad del campo geomagnético F en nT (IGRF- 1995).

Fuente: Cátedra de Geofísica Aplicada (s.f.). Tema 4 Prospección magnetométrica (p. 7).

2.5.1.3 *Perfiles eléctricos*

Se mide la resistividad o conductividad eléctrica, la primera es la resistencia al paso de la corriente y la segunda la cantidad de corriente que pasa por una roca al aplicar una diferencia potencial.

El sondeo eléctrico vertical es una medición de la resistividad del subsuelo. El método consiste en inyectar corriente al terreno mediante un par de electrodos y medir la diferencia potencial con otros dos electrodos. La distancia entre los electrodos de inyección es constante y puede ser de 15 metros, mientras que la de los electrodos de medición varía en 1 km, aproximadamente, y reduciendo la medida cada 50 metros. Este proceso permite tener una medida de resistividad para cada distancia diferente; luego, por medio de ecuaciones y un gráfico, se obtiene un perfil del subsuelo. Los registros de este tipo proporcionan estimaciones indirectas de la calidad de roca, porosidad y saturación de fluidos (agua, petróleo o gas), también son útiles para estimar parámetros como presión de la formación, permeabilidad, daño de la formación y para definir la productividad de un pozo.

2.5.1.4 Sismografía

Por medio de una explosión en el subsuelo se generan ondas de propagación que los sismógrafos detectan en la superficie, donde se interconectan estos aparatos a una estación receptora para interpretar la información y dibujar el interior de la tierra, la posición de los estratos, su profundidad, los anticlinales y las fallas favorables a la acumulación de hidrocarburos.

En este trabajo se enfatiza en la exploración geofísica por el método de sismica terrestre, ya que los métodos magnético y gravimétrico no revisten mayor importancia en el impacto ambiental de la zona en estudio.

La aplicación del método sísmico es muy similar en todo el mundo; sin embargo, Colombia es un caso particular por su topografía, ya que se encuentran desiertos, pantanos, llanos, pie de monte y zonas montañosas; además, los instrumentos disponibles para la preparación de las líneas también varían, por ejemplo se utilizan machetes y motosierras en lugar de mulchers (máquinas que tienen un tambor frontal con dientes de carburo que rotan. Este tambor tumba y tritura los árboles, dejando un abono ideal para la capa vegetal). Por otra parte, las fuentes de energía empleadas también son varias, desde explosivos hasta vibrosismos. Los sistemas de registro pueden ser tradicionales o sin cable y el control de calidad con o sin interventoría.

El estudio de la geología superficial es necesario para determinar el equipo de perforación que se debe usar. Por ejemplo, las zonas aluviales demandan mayor esfuerzo para perforar, si se trabaja en el desierto la fuente de energía recomendada es el vibrador. La topografía es uno de los aspectos que define la fuente de energía que hay que emplear. El vibrador debe emplearse solamente en los llanos, mientras que la dinamita se puede usar en cualquier zona.

En zonas montañosas o rugosas se afecta la implementación de patrones de ondas receptoras. 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 las operaciones.

Por esta razón, es necesario usar fotografías aéreas, imágenes satelitales y Lidar, ya que representan ventajas para la planificación del levantamiento con respecto a la topografía, la vegetación, los sitios de interés, las vías que se deben usar, las poblaciones y los cuerpos de agua, entre otras características.

En resumen, la exploración sísmica comprende estudios geotécnicos y geofísicos en áreas bastante grandes, con el fin de identificar los objetos favorables para realizar las operaciones respectivas. La sismica es un proceso geofísico en el cual

se crean temblores artificiales de tierra por medio de explosivos, que causan ondas con las que se hace una ecografía del suelo.

Con la información obtenida del subsuelo se crean mapas en el área objeto de estudio.

2.5.1.4.1 Recomendaciones ambientales para levantamientos sísmicos terrestres

En el prediseño se estudia el lugar donde se va a colocar el levantamiento, la forma y longitud, la topografía, los aspectos climáticos, las condiciones de la superficie, etc. Se recopilan los datos necesarios del subsuelo, líneas existentes, registros de campo, secciones sísmicas, información de pozos, etc. Toda esta información se analiza y se diseñan los parámetros de adquisición⁶.

El estudio del ruido hace parte del proceso de diseño en la zona de levantamiento y es necesario revisarlo a la luz de EIA.

Cuando el ruido es aleatorio (varía con el tiempo) el apilado es la herramienta que se emplea para mejorar la relación señal/ruido. Por otra parte, el peor tipo de ruido es el que generan los puntos de esparcimiento en el subsuelo.

El ruido depende de cinco variables (Cooper, 2008f): tiempo, offset, posición de las fuentes, posición de las receptoras y del azimut⁷.

Para la preparación de líneas es necesario revisar aspectos de apertura de ancho de trocha.

Los levantamientos donde las líneas tienen perturbaciones es ideal culebrar para evitar obstáculos naturales y artificiales, pues reducen la impresión geométrica de los datos, introducen un esparcimiento natural de los puntos medios y minimizan el daño al medio ambiente. Se incentiva a la industria sísmica colombiana para que adopte tecnologías nuevas que se están empleando en otros países⁸.

Se recomienda que para cada levantamiento se consideren los parámetros de adquisición, así como las condiciones del terreno, los problemas culturales, sociales, etc. El registro de datos se debe realizar durante todo el programa. Registrar datos sólo al inicio del programa resulta poco práctico, por esta razón se sugiere que las especificaciones sean lógicas y se apliquen a la realidad del

⁶ Mustagh Resources Ltd, (2010), p. 28.

⁷ Op cit, p. 31.

⁸ Op cit, p. 36.

campo para que no afecten la producción. Por ejemplo, registrar datos sólo al inicio del programa con cero trazas ruidosas no es práctico y deteriora la calidad de los datos.

Si tenemos sísmica de buena calidad, el resultado final debe reducir significativamente el impacto al medio ambiente a mediano y largo plazos, cuando se perforan sólo los pozos óptimos y se construyan menos vías de acceso.

2.5.1.4.2 Nivelación y ajuste de las líneas sísmicas

Corte. Para iniciar el corte de la línea, el capataz de trocha o un ayudante sostiene un jalón a una distancia de la estación que permita su visualización. El topógrafo se comunica con quien sostiene el jalón y le indica el destino de la trocha. Se repite la operación con un segundo jalón, ubicado a una mayor distancia visual de la estación, con estos dos puntos de referencia el capataz de trocha inicia sus labores de corte empleando machetes para minimizar el daño al medio ambiente y siguiendo las normas estipuladas en las guías ambientales. También se usa el amarre de ramas y arbustos. No se cortan árboles que tengan un grosor mayor a 10 cm, las trochas tienen un ancho de 1,20 m y son hechas a machete⁹.

Podría considerarse el uso de los “mulchers” para la preparación de líneas en algunos sectores de menor densidad de vegetación, pues minimizan el daño al medio ambiente y es más seguro para los trabajadores.

Desde el punto de vista de seguridad del personal de trabajo, las líneas preparadas con estas máquinas presentan menos peligros para los trabajadores, pues no se dejan troncos ni puntas salientes

Nivelación. El jefe de topografía solicita al Igac la información de los vértices de primer orden más cerca del proyecto, se traslada a la zona y localiza el sitio exacto del vértice. Si es un punto confiable elabora el diseño de la red de GPS para localizar los puntos de arranque. El diseño de la red consiste en realizar triángulos equiláteros sobre tres puntos, el primero de ellos es el vértice de primer orden, luego un nivel de precisión (conocido como NP cono elevaciones conocidas) y después el punto que se desea referenciar (la distancia base entre los puntos no debe ser menor a 20 km). Se debe tomar en cuenta el tiempo de rastreo, el tipo de observación, el intervalo de grabación, el mínimo de elevación, el mínimo de satélites (5, preferiblemente) y la clase de ocupación. Se repite el procedimiento hasta ocupar todos los puntos de referencia del proyecto¹⁰.

⁹ Op cit, p. 43.

¹⁰ Op cit, p. 31.

Se ubica el punto de interés, se arma el trípode, se centra y nivela la estación con base en el mojón o base de referencia y se coloca la antena al equipo. Se configura el equipo asignándole nombre, hora de inicio y duración de la sesión, fecha, número mínimo de satélites y cualquier otro parámetro estipulado por el cliente.

Algunos factores de seguridad empleados en la determinación de las distancias a las edificaciones, pozos, etc., son demasiado grandes (tablas 1 y 2). Se recomienda usar las distancias reducidas.

Tabla 1. Distancias reducidas de Seguridad 1.

Estructura	Explosivos		No explosivos
	Tamaño de la carga	Distancia	Distancia
Residencia, granero o cualquier edificación con base de concreto, estructuras de irrigación, canales	<= 2 kg	32 m	50 m
	> 2 y < 4 kg	45 m	
	>= 4 y < 6 kg	55 m	
Pozos de agua, nacimientos desarrollados, pozos de observación	>= 6 y < 8 kg	64 m	
	>= 8 y < 10 kg	70 m	
	>= 10 y < 12 kg	78 m	

Fuente: Mustagh Resources Ltd. (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia (p. 53).

Tabla 2. Distancias reducidas de Seguridad 2.

Estructura	Explosivos		No explosivos
	Tamaño de la carga	Distancia	Distancia
Residencia, granero o cualquier edificación con base de concreto, estructuras de irrigación, canales	Hasta e incluyendo 12 kg	180 m	50 m
	> 12 kg <= 20	200 m	
Pozos de agua, nacimientos desarrollados, pozos de observación	Hasta e incluyendo 12 kg	180 m	100 m
	> 12 kg <= 20	200 m	
Tuberías a alta presión	<= 2 kg	32 m	32 m
	> 2 y < 4 kg	45 m	
	>= 4 y < 6 kg	55 m	
	>= 6 y < 8 kg	64 m	
	>= 8 y < 10 kg	70 m	
	>= 10 y < 12 kg	78 m	
	>= 12 y < 20 kg	100 m	
Tuberías a baja presión: son tuberías que operan o pueden operar a una presión <= 700 Kilopascales	<= 20 kg	3 m	3 m
Canal de irrigación: de más de 4 m de ancho		10 m	10 m
Tuberías de agua enterradas: que no sean de concreto		3 m	3 m
Presas: dique que tiene una capacidad de almacenamiento de por lo menos 30.000 m ³ y con una altura de por lo menos 2,5 m		180 m	50 m
Cementerio: Distancia medida a partir del límite de la propiedad		100 m	50 m
Lineas enterradas y monumentos de topografía: líneas de teléfono y de telecomunicación		2 m	2 m
Tanques sépticos domésticos: un tanque séptico es un tanque para el depósito de aguas negras		15 m	15 m

Fuente: Mustagh Resources Ltd. (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia (p. 54).

2.5.1.4.3 Tipos de fuentes de energía usados en Colombia

En Colombia se emplean dos tipos de fuentes de energía: impulsivas y vibratorias.

- Fuentes impulsivas. En el mundo existe una gran variedad de productos explosivos, pero en Colombia sólo se usa sismigel, que se consigue en cartuchos de 900 o 1.800 gramos. Tanto el sismigel como los detonadores o fulminantes los suministra Indumil.

Se propone que todas las cargas usen detonadores dobles. En cada pozo, una vez terminada la perforación, el cargapozo mide con varas que la profundidad sea la requerida e introduce la carga hasta quedar a flor de tierra, introduce los estopines y con el galvanómetro verifica que las cargas hayan bajado en buen estado. Se debe medir la continuidad eléctrica de la carga, tanto en la superficie como después de haber sido tacado y tapado el pozo, “con un galvanómetro aprobado se hace el chequeo de esta actividad”. Seguidamente, a una distancia segura se selecciona otro sitio para perforar y se vuelve a cargar el pozo. La carga muerta se debe anotar debidamente según las regulaciones locales y se debe alertar al interventor¹¹

Según el método de perforación se pueden usar diferentes equipos, ya sean taladros hidráulicos, neumáticos, portátiles o fijos; en todo caso, es necesario seguir las normas de seguridad y medio ambiente.

Una vez hecha la perforación y cargado el pozo es necesario echar grava, tierra y los ripios de perforación, apisonando cada 3 pies, se chequea que el cable no se haya dañado. Generalmente, los ripios de perforación se utilizan en el tacado del pozo, una vez éste se ha cargado.

Al detonar la carga se generan las ondas requeridas, que viajan por el suelo y se reflejan al chocar con las diferentes estructuras, dichas ondas las captan los geófonos, que son aparatos unidos entre sí por cables y conectados a los equipos de registro.

¹¹ Op cit, p. 56.

La profundidad de los pozos perforados oscila entre 2 y 20 metros en línea recta, el diámetro del hueco puede ser desde 5 hasta 20 centímetros y la distancia de uno a otro varía entre 15 y 100 metros.

Se debe realizar un estudio previo a cualquier acuífero presente en la zona del levantamiento (determinar su profundidad, calidad del agua, volumen de bombeo, etc.) y tener presente que las cargas no detonadas se convierten en pasivos peligrosos cuando los explosivos no se degeneran, por lo tanto, es preferible que la selección de tipos de explosivos y de tamaños de carga disponibles para la industria sísmica sean biodegradables.

Durante la perforación es necesario verificar que los trabajadores sigan los procedimientos y normas de seguridad. Hay que hacer un muestreo aleatorio para determinar perforador, tiempo de perforación, tiempo de carga de los pozos, profundidad del pozo, uso de tacos, longitud del cable, fuera del pozo, etc. Se hace un mapa con los pozos muestreados y la comparación con los registros.

- Fuentes vibratorias. Un vibrador crea una señal acústica en la tierra al aplicar y variar una presión sobre la superficie llamada “barrido”, el cual se genera al mover una masa de reacción relativa a la estructura de los zancos y la plancha (ilustración 2). Este es un sistema mecánico e hidráulico. La estructura de la plancha cubre al pistón que atraviesa la masa de reacción. El pistón divide la cámara interna de la masa de reacción en una sección superior y otra inferior. Una servo-válvula bombea un fluido hidráulico de alta presión de manera alterna entre las cámaras superior e inferior (ilustración 3).

La fuerza total que se puede introducir a la tierra es igual al área del pistón multiplicado por la presión hidráulica sobre éste. Sin embargo, la fuerza efectiva que se aplica es el peso de soporte de la unidad completa sobre la plancha para mantenerla acoplada. La suma vectorial de la señal del acelerómetro de la plancha multiplicado por la masa de la plancha y la señal del acelerómetro de la masa de reacción multiplicado por la masa de la masa de reacción genera una fuerza aplicada sobre la tierra por el sistema vibrador, que se denomina la señal de fuerza de la tierra. Esta es la señal principal que se utiliza para la retroalimentación y el control de calidad de los vibradores¹²-

¹² Op cit, p. 64.

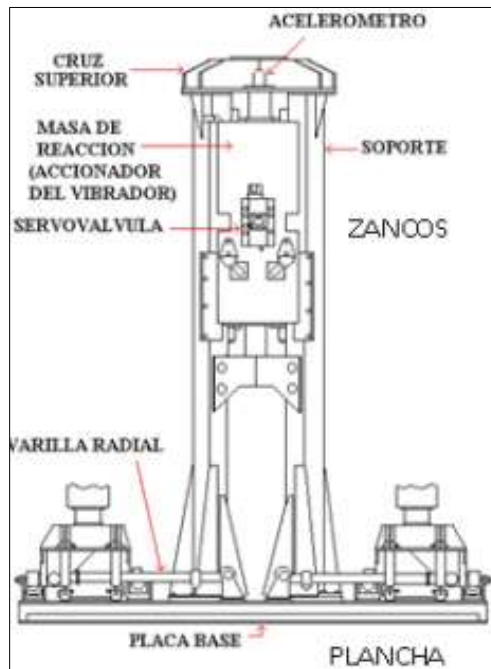


Ilustración 3. Esquema de la estructura de la plancha y de la masa de reacción.

Fuente: Mustagh Resources Ltd. (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sismica terrestre y su aplicación en Colombia (p. 64).

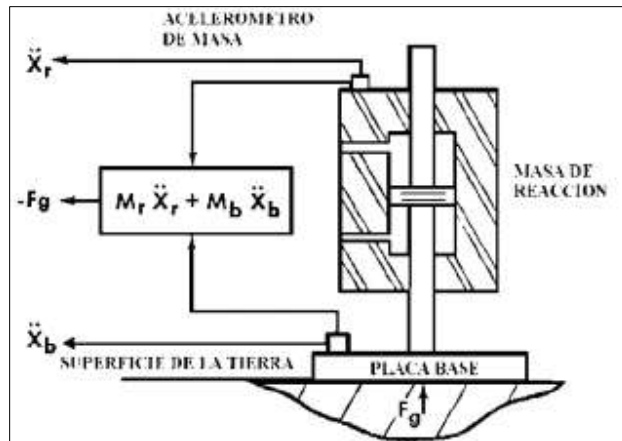


Ilustración 4. Señal de fuerza de la tierra y otra retroalimentación.

Fuente: Mustagh Resources Ltd. (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sismica terrestre y su aplicación en Colombia (p. 64).

Es necesario mantener el ruido generado por el equipo, el transporte y el personal en valores mínimos- La casa blanca se debe colocar suficientemente lejos de la línea para que el ruido del generador no aparezca en los registros.

Se deben realizar pruebas de impulso en el tendido, caminar las líneas, inspeccionar el acoplamiento de los geófonos, verificar que los linieros estén limpiando la zona donde están plantados los geófonos y verificar las distancias dentro del patrón de geófonos. Cuando se detecten trazas invertidas se deben hacer las anotaciones correspondientes en el reporte del observador, pero no se debe hacer ningún cambio en el campo¹³.

2.5.2 Exploración geológica

En el territorio colombiano hay identificados un número considerable de rezumaderos de hidrocarburos, de los cuales se tiene información escasa y fraccionada, sólo se conocen la localización geográfica y el tipo de manifestación¹⁴.

En la ilustración 5 se muestra la ubicación de diferentes zonas de exploración petrolera en 2006.

¹³ Op cit, p. 104.

¹⁴ Agencia Nacional de Hidrocarburos, (2010), p. 3.

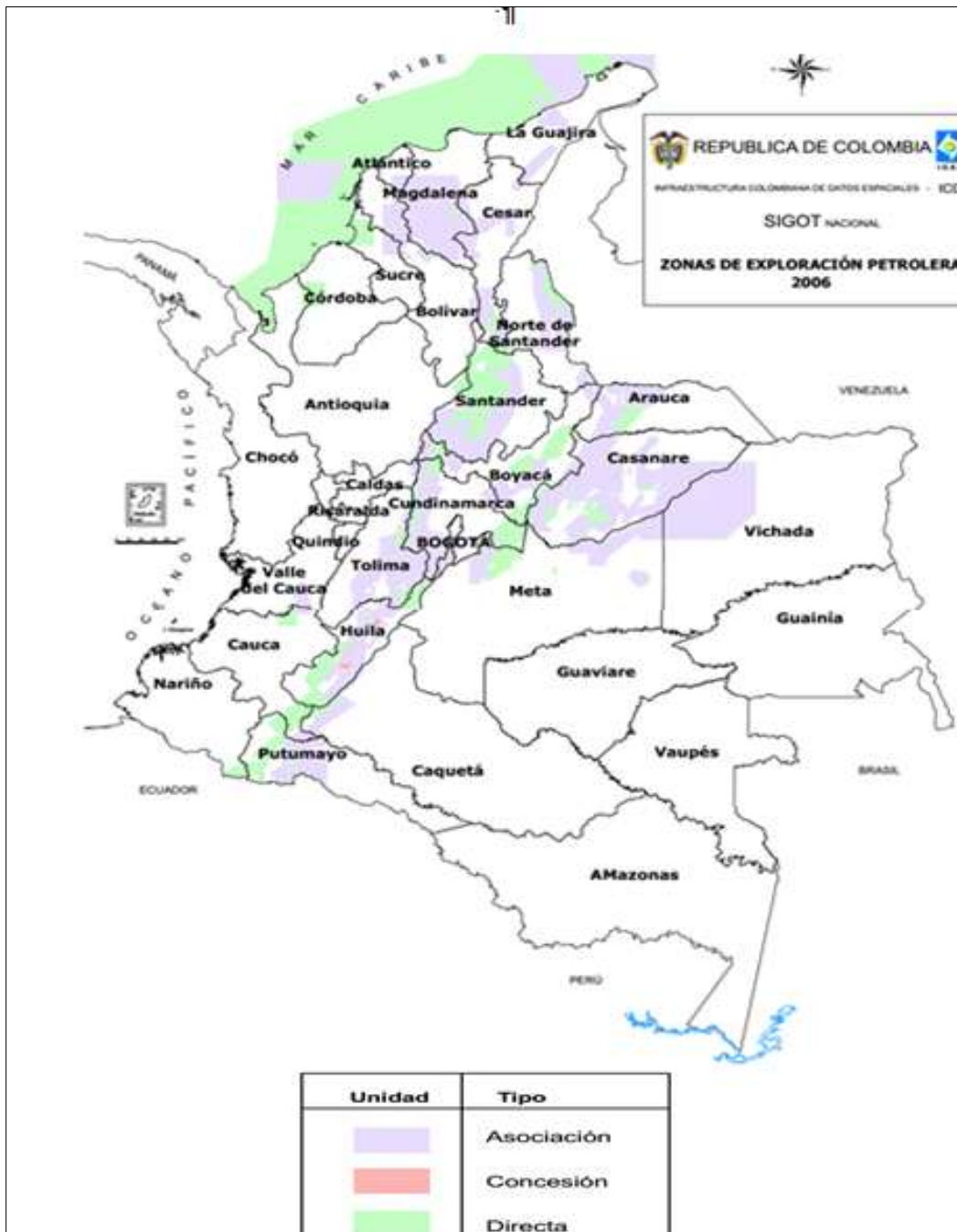


Ilustración 5. Área de exploración petrolera¹⁵.

¹⁵ Sistema de información minero energético Colombiano, (s. f.), pág. 1.

2.5.3 Exploración geoquímica

La Agencia Nacional de Hidrocarburos, con el ánimo de complementar y reinterpretar la información existente sobre los rezumaderos de hidrocarburos, propuso contratar su identificación, inventario, muestreo y caracterización geoquímica a través de actividades como planeación, pre-campo, trabajos de campo, remisión de muestras para análisis de laboratorio, elaboración de informes de avance y de informe final. En las actividades propuestas la única que varía con respecto a la exploración geológica es el trabajo de campo.

Trabajo de campo. Es la adquisición de información geológica a través de visitas a los rezumaderos conocidos, buscando nuevos hallazgos de acuerdo con información primaria o secundaria obtenida en el terreno. Estas labores comprenden, entre otras, descripciones geológicas (roca, texturas, estructuras, composición, posición geográfica y estratigráfica, etc.), recolección y toma de muestras para análisis geoquímicos o testigos de muestra, según sea el caso. Además se debe describir de manera general el estado y extensión del rezumadero y llevar un registro gráfico o audiovisual de éstos. La localización de los rezumaderos se debe hacer con GPS de alta precisión¹⁶.

“También es común efectuar los análisis de las aguas de los manantiales, las emisiones de humos volcánicos, las descargas de gases y las aguas frías superficiales, el tipo de roca relacionada con los fluidos termales a profundidad y la posible existencia de fluidos ácidos”.

Los métodos geoquímicos son de cantidad, calidad y de madurez termal.

Las actividades que interesan en este trabajo de grado son precampo y trabajos de campo, ya que intervienen directamente en la zona de trabajo.

La exploración sísmica es el paso previo para localizar posibles depósitos o prospectos, que luego se prueban a través de pozos exploratorios. Pero la única manera de saber si hay petróleo es mediante la perforación del pozo.

¹⁶ Agencia Nacional de Hidrocarburos, Op Cit. p. 48.

2.6 Perforación de pozos

Antes de la perforación se debe adecuar el terreno mediante la construcción de planchadas y caminos de acceso, luego se debe seleccionar el equipo más apto para la perforación.

El equipo de perforación está compuesto por la torre de perforación o taladro, la tubería o sarta, las brocas, el malacate o polea o gancho móvil, el sistema de lodos o manguera de inyección de lodos, el sistema de cementación o controladores de erupciones, los motores y la mesa de rotación.

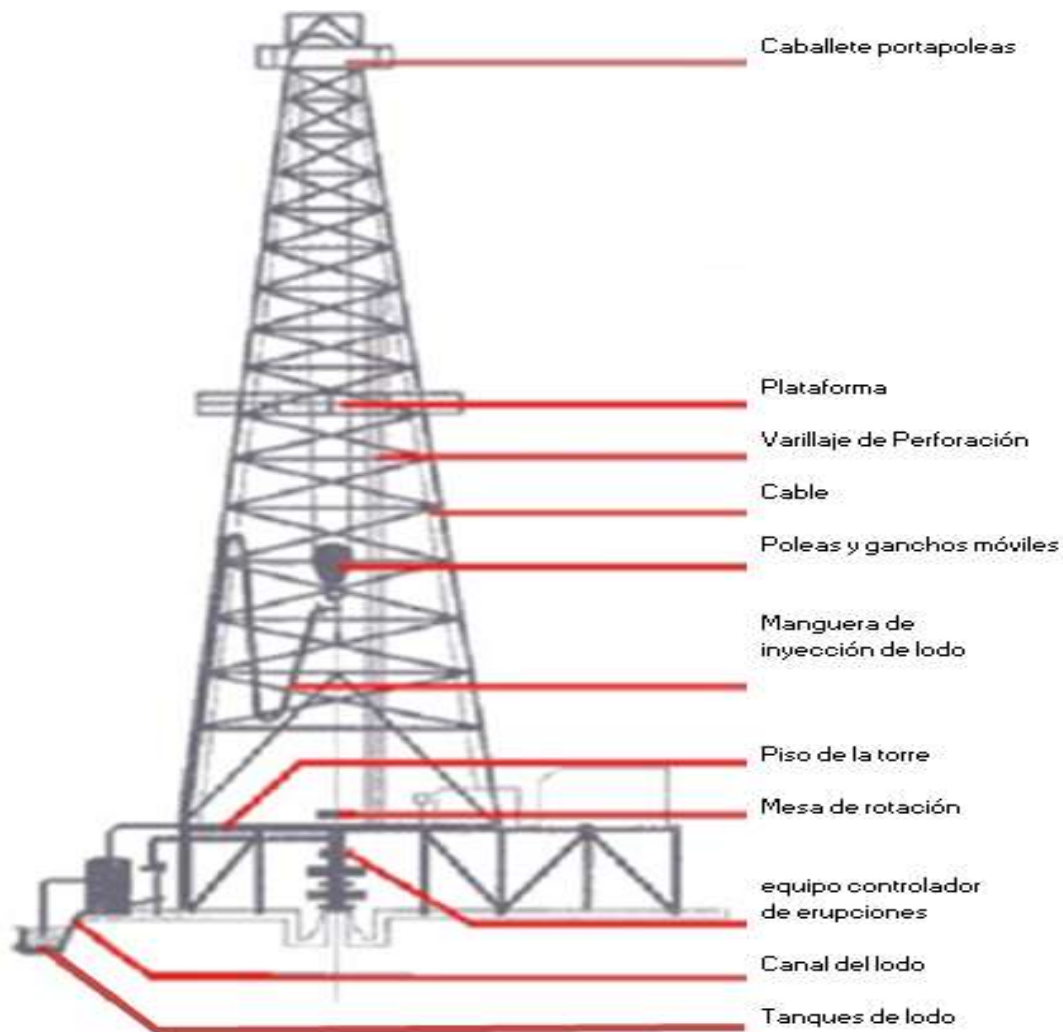


Ilustración 6. Torre de perforación.

Fuente: Schlumberger. (s. f.). Los cinco sistemas básicos del equipo de perforación (p. 9).

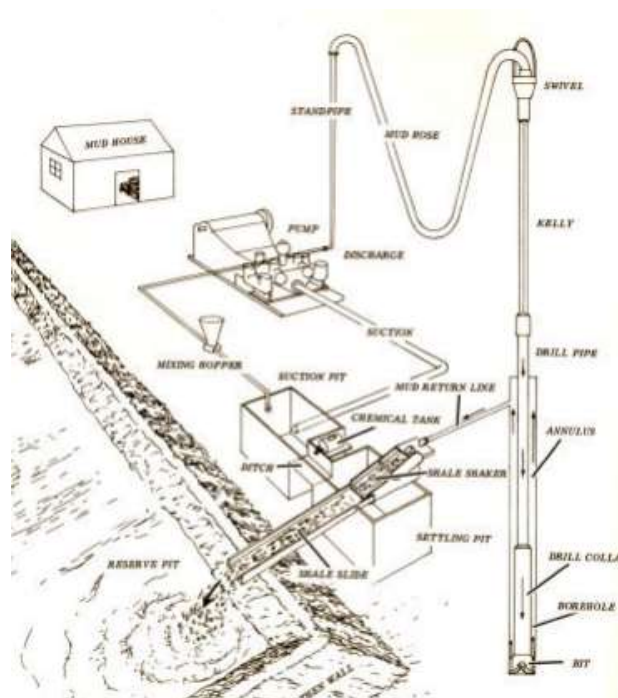


Ilustración 7. Sistema circulante del fluido de perforación.

Fuente: Schlumberger. (s. f.). Los cinco sistemas básicos del equipo de perforación (p. 16).

2.6.1 Proceso de perforación e instalación de torres en tierra

El equipo de perforación es portátil y sus componentes se pueden armar en cualquier sitio. La forma de transporte puede variar, desde terrestre hasta aérea en sitios inaccesibles.

El primer paso es montar la infraestructura que descansa sobre la tierra y que debe soportar el peso del mástil, de la torre, los kilómetros de tubería que se usan en el hoyo y el malacate que soporta la sarta de perforación.

Luego, se monta la torre pieza por pieza y se arma el mástil, que es una estructura que puede medir hasta 61 metros¹⁷ y es muy pesado. En esta actividad intervienen grúas y camiones. Por último, se instalan los equipos necesarios para dar inicio a la perforación.

¹⁷ Perez, (2005), pág. 51.

La perforación se inicia inyectando agua para refrescar y traer lodo a la superficie.

Se introduce la tubería.

Se inyecta mortero para sellar el espacio que queda entre la tubería y la excavación.

Se perfora las veces que sea necesario y se repite este procedimiento para una tubería de diámetro inferior hasta llegar al yacimiento.

Se construyen tanques de acero para alojar el lodo de perforación y las habitaciones para los operarios y supervisores de la torre.

El sistema de circulación del fluido (lodos) está compuesto por el fluido de perforación, el área de preparación y almacenaje, el equipo para bombeo y circulación de fluidos, el equipo y área para el acondicionamiento.

Después de instalar, perforar y cementar la tubería de revestimiento final se realizan las pruebas necesarias, se coloca el árbol y se inicia la explotación.

La producción del pozo se realiza abriendo y cerrando las válvulas del árbol de navidad.

2.6.2 Métodos de perforación

Estos métodos pueden ser de dos tipos: rotatorio y multilateral.

2.6.2.1 Método rotatorio

En este método una torre sostiene la cadena de perforación, formada por una serie de tubos acoplados. La cadena se hace girar uniéndola al banco rotatorio situado en el suelo de la torre. La broca de perforación suele estar situada al final de la cadena y está formada por tres ruedas cónicas con tres dientes de acero endurecido. El producto de la perforación se lleva a la superficie por un sistema continuo de fluido circulante impulsado por una bomba.

El crudo atrapado en un yacimiento está a presión, si no estuviera atrapado por las rocas impermeables habría seguido ascendiendo, debido a su flotabilidad, hasta brotar en la superficie terrestre. Por ello, cuando se perfora un pozo que llega a un yacimiento que está a presión, el crudo se expande hacia la zona de baja presión creada por el pozo en comunicación con la superficie terrestre.

Debido a las altas presiones del depósito la gran cantidad de gas natural que contiene el petróleo se encuentra en forma disuelta, a medida que el gas pasa a una zona de baja presión dentro de pozo comienza a expandirse. Esta expansión, junto con la dilución de la columna de petróleo debido al gas, hace que el petróleo aflore la superficie.

En la medida en que se extrae líquido del yacimiento la cantidad de gas y de presión van disminuyendo, esto hace que la velocidad de flujo hacia el pozo sea menor y se libere menos gas. Cuando se dificulta extraer crudo se hace necesario instalar una bomba en el pozo.

La explotación de un pozo se abandona cuando el costo de elevar el crudo a la superficie y el de funcionamiento superan los ingresos que se obtienen por la venta del crudo, o sea, que se alcanza el límite económico del pozo.

2.6.2.2 Método multilateral

Con el fin de hacer una explotación más productiva respecto a la perforación de tipo convencional y minimizar el impacto ambiental se construyen pozos horizontales o de alcance extendido.

Los costos de construcción del pozo y el equipo de superficie se reducen por los siguientes aspectos:

- Los operadores pueden explotar el petróleo y los campos de las infraestructuras de superficie en forma satélite.
- Los campos cercanos a la costa se pueden operar desde tierra para reducir los costos y minimizar el impacto ambiental.
- Los pozos multilaterales usan drenajes horizontales múltiples que requieren pocos cabezales, reduciendo los costos de las terminaciones submarinas y las operaciones de enlace.
- La tecnología de pozo delgado reduce la perforación, los costos de terminación y la producción a través del uso de pozos pequeños.
- Los pozos multilaterales tienen ventajas por las condiciones de reentrada y en los nuevos pozos.

Drenar los pozos multilaterales también permite minimizar la extensión o las huellas de las localizaciones de superficie y mitigar el impacto ambiental en tierra.

Una menor cantidad de pozos reduce la exposición reiterada a los riesgos de perforación someros¹⁸.

Reservorios múltiples

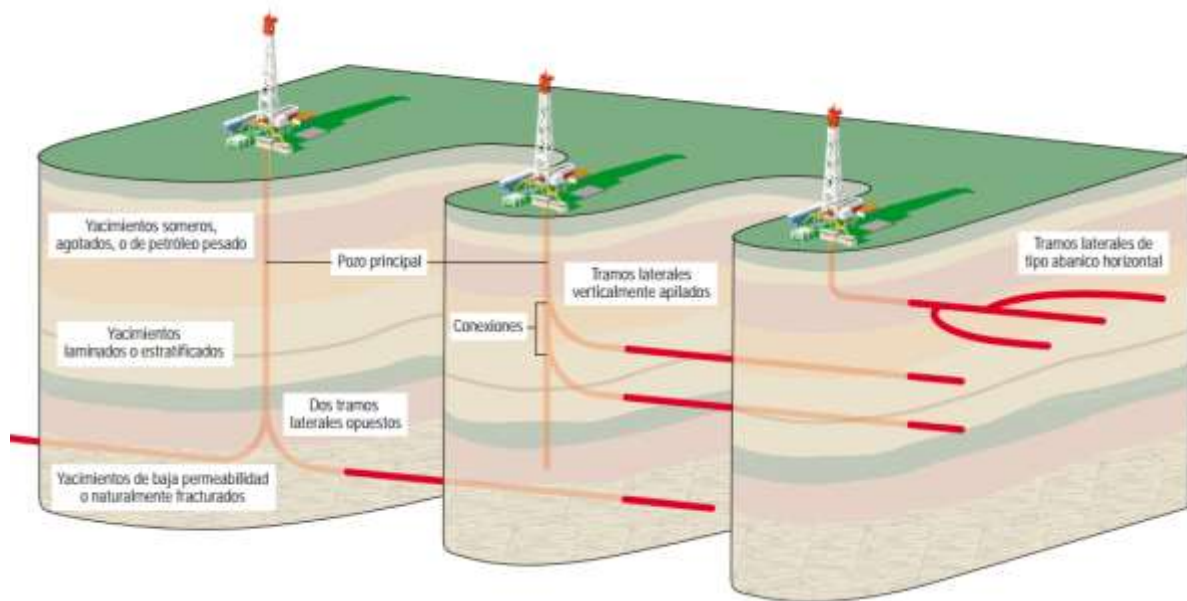


Ilustración 8. Configuración básica de pozos multilaterales.

Fuente: Fraija, J., Ohmer, H., Pulick, T., Jardon, M., Kaja, M., Páez, R., Sotomayor, G. & Umudjoro, K. (2003). Nuevos aspectos de la construcción de pozos multilaterales (p. 57).

La exploración de yacimientos con pozos multilaterales es una forma viable de reducir las erogaciones de capital totales y los costos operativos de campo, además constituye una forma de aumentar sustancialmente la producción de los entornos petroleros más desafiantes que se plantean actualmente¹⁹.

2.7 Explotación petrolera

De acuerdo con las características de cada yacimiento se hace la extracción y producción del crudo.

¹⁸ Fraija, (2003), p.57.

¹⁹ Perez, Op cit, p. 75.

El pozo comienza a producir a partir de la perforación de la tubería a la altura de la formación donde se encuentra el yacimiento, el petróleo fluye por los orificios perforados y de allí se extrae por la tubería de producción.



Ilustración 9. Extracción de petróleo.

Fuente: La otra opinión (s. f.). El futuro del petróleo.

Si el yacimiento posee energía propia, generada por la presión subterránea o por elementos como agua o gas, el petróleo sale por sí solo. En este caso se instala el árbol de navidad.

Si no existe dicha presión, ésta se debe inducir por medio de un balancín o un machín, el cual acciona una bomba en el fondo del pozo para succionar el petróleo hacia la superficie.

El petróleo extraído generalmente viene acompañado de sedimentos, agua y gas natural, por lo que deben construirse previamente las facilidades de producción, separación y almacenamiento.

Una vez separado de esos elementos, el petróleo se envía a los tanques de almacenamiento y a los oleoductos que lo transportan hacia las refinerías o los puertos de exportación.

El gas natural asociado que acompaña al petróleo se envía a plantas de tratamiento para aprovecharlo en el mismo campo o despacharlo como “gas seco” hacia los centros de consumo a través de gasoductos.

A pesar de los avances para sacar todo el petróleo por técnicas convencionales (in situ), en el mejor de los casos se extrae el 50 o 60%. Por esta razón se han diseñado métodos para lograr un “recobro mejorado” y lograr la mayor extracción posible en pozos sin presión natural o en declinación. Entre estas alternativas están la inyección de gas, de agua o de vapor a través del mismo pozo o de pozos paralelos.

Como alternativas para la explotación de hidrocarburos pesados se pueden usar métodos en frío cuando la viscosidad del petróleo pesado en condiciones yacimiento es baja como para permitir que fluya con un costo de producción razonable. También se pueden utilizar métodos en caliente, teniendo en cuenta que al calentar el petróleo pesado éste reduce su viscosidad y pueden fluir más fácilmente.

2.7.1 Minería

Es el método original de recuperación de petróleo pesado en frío y consiste en la perforación de pozos horizontales y multilaterales para hacer contacto con la mayor superficie posible del yacimiento. Luego se inyectan diluyentes para reducir la viscosidad del petróleo y se emplean tecnologías para elevar mecánicamente el líquido y llevar los hidrocarburos a la superficie. El factor de recuperación es cercano al 10%. La viscosidad del fluido que surge se incrementa con la formación de emulsiones de petróleo-agua, causadas por el proceso de mezcla y cizalla dura que tiene lugar en los sistemas de bombeo y en los tubulares.

2.7.2 Inyección de agua

Es un método de recuperación que se ha aplicado exitosamente en algunos campos de petróleo pesado. El mayor inconveniente que presenta es que el factor de recuperación disminuye drásticamente al aumentar la viscosidad del petróleo, lo que se traduce en una eficiencia de barrido pobre.

2.7.3 Métodos termales

Como sus contrapartes en frío, estos métodos también poseen ventajas y limitaciones. Los factores de recuperación son más elevados que en el caso de los métodos de producción en frío con excepción del método de minería, pero así mismo los costos asociados se incrementan con la generación de calor y el tratamiento del agua.

2.7.3.1 Estimulación cíclica con vapor de agua

Consiste en inyectar vapor de agua, el hidrocarburo se calienta y se produce la separación del petróleo y del agua calentados, luego se vuelve a inyectar agua y el proceso se repite. Este método permite obtener factores de recuperación de hasta 30%, posee regímenes de producción iniciales altos y funciona bien en yacimientos apilados o estratificados.

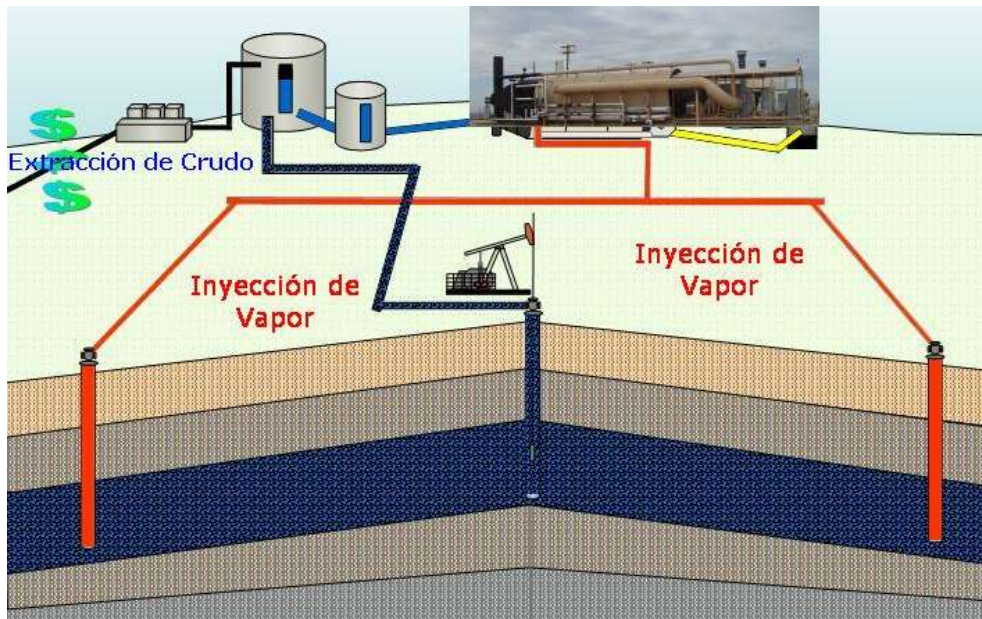


Ilustración 10. Extracción de petróleo utilizando flujos de vapor.

Fuente: La otra opinión (s. f.). El futuro del petróleo.

2.7.3.2 Desplazamiento por vapor de agua

El vapor se inyecta en múltiples pozos inyectoros y el petróleo se obtiene en los pozos productores. El desplazamiento por vapor de agua permite lograr un factor de recuperación de hasta 40%, pero requiere buena movilidad entre los pozos para inyectar el vapor a regímenes efectivos. Los desafíos que plantea este método son el sobre control del vapor de baja densidad por la gravedad, las heterogeneidades de los yacimientos y el monitoreo del frente de vapor.



Ilustración 11. Recuperación del petróleo por desplazamiento.

Fuente: La otra opinión (s.f.). El futuro del petróleo.

2.7.3.3 Método de drenaje gravitacional asistido por vapor

Funciona para petróleos extrapesados. Es similar a la metodología anterior, se perforan pozos paralelos situados entre 5 y 10 metros, uno por encima del otro. Se inyecta vapor por el pozo superior (pozo de inyección), el crudo baja su viscosidad, desciende y lo recolecta el pozo inferior (pozo de producción). El factor de recuperación estimado para este método oscila entre 50 y 70%. No obstante, la estratificación de la formación puede incidir significativamente en la recuperación

La siguiente ilustración resume este proceso de manera muy clara. La presentó el Dr. Rodolfo Segovia, exministro de Minas y Energía, en la III Conferencia de Inversión de Petróleo y Gas en Colombia, en febrero del 2008²⁰.

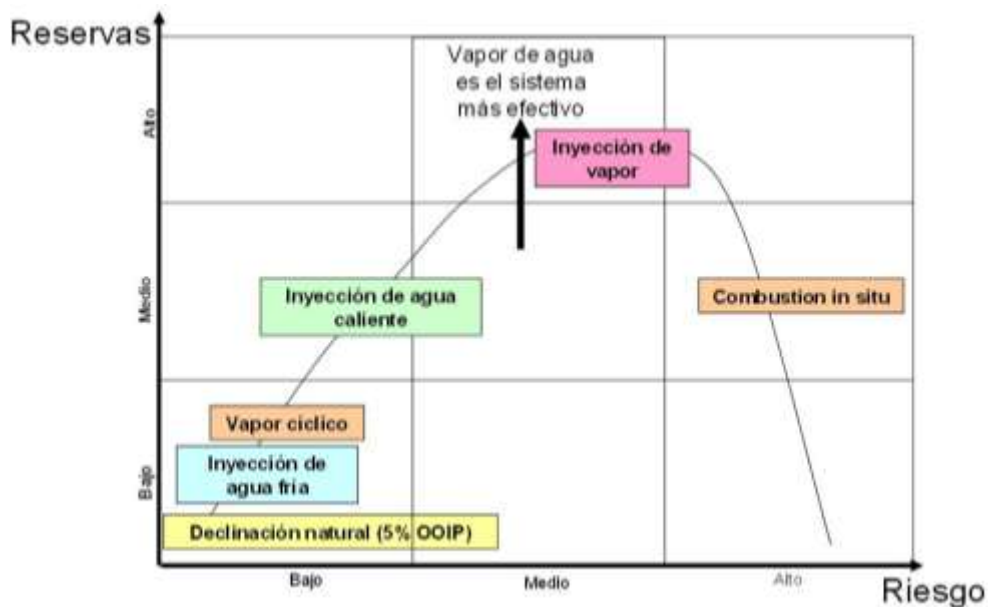


Ilustración 12. Métodos de extracción de petróleo.

Fuente: La otra opinión (s. f.). El futuro del petróleo.

2.7.3.4 Técnica del fracking

El término genérico para definir una técnica combinada de extracción de hidrocarburos no convencionales es *fracking*. Como lo menciona Matesanz²¹, entendemos por *fracking* toda técnica combinada de perforación vertical y horizontal que lleva aparejada la inyección de gran cantidad de agua a presión mezclada con sustancias de estimulación “química directamente en el subsuelo”, y que supone la fracturación y disgregación de las rocas del subsuelo de baja permeabilidad, para posibilitar la obtención y extracción de hidrocarburos – principalmente gas metano– y de reservas no convencionales, “rocas madre de baja permeabilidad”.

²⁰ Opinión., (s. f.), p. 1.

²¹ Ibid.

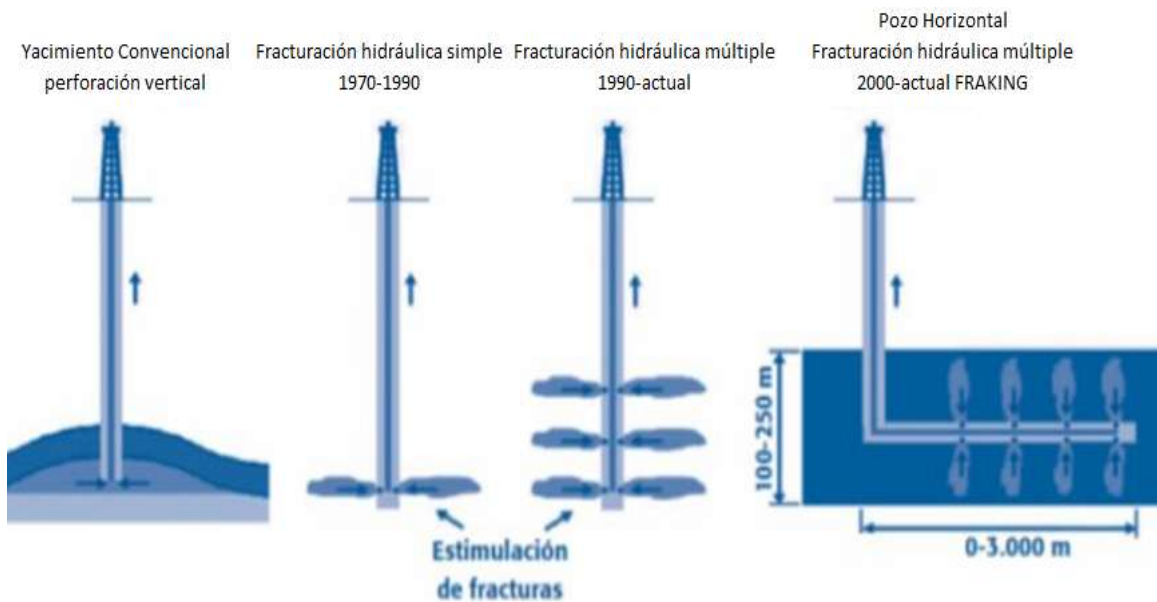


Ilustración 13. Evolución de la fractura hidráulica.

Fuente: Matesanz, J. (s. f.). Repercusiones territoriales de la fractura hidráulica o “fracking” en Cantabria, Burgos y Palencia (p. 18).

La acumulación y el desplazamiento son fundamentales en el proceso de formación de hidrocarburos. Tras su generación a altas profundidades, éstos van ascendiendo por los poros y fisuras del estrato rocoso, debido a su menor densidad. Este paso desde la roca donde se originan hasta la roca almacén, donde se acumulan, se conoce como migración. Los hidrocarburos se desplazan con tendencia a ascender, ocupando huecos libres hasta encontrar un sustrato impermeable que actúa como sello y los retiene en una especie de “trampa”, de tal manera que si los hidrocarburos no encuentran este estrato continúan ascendiendo hasta llegar a la superficie. Este tipo de trampas geológicas provocan grandes acumulaciones y por eso durante décadas han constituido las reservas convencionales de crudo.

En todo caso, las trampas no son especies de burbujas o de lagos subterráneos, sino más bien de una esponja que puede estar más o menos saturada. Por lo general, esta matriz rocosa es muy heterogénea e irregular. La estructura interna de esas trampas petrolíferas puede ser muy complicada, por esto muchas veces hay dificultades para su explotación²².

²² Matesanz, s. f., pág. 17.

El fracking combina cuatro elementos:

- Fracturación hidráulica: se realiza inyectando agua a presión, que va aumentando hasta propagar la fractura que permita un canal de flujo y drenaje para comunicar los distintos puntos de la roca con la sección vertical, permitiendo que el hidrocarburo salga a la superficie.
- Estimulación química: generalmente la inyección no solamente se realiza con fluidos sino que además se emplean productos químicos que estimulan la fractura de la roca y favorecen la movilización de los hidrocarburos. Esta acción se puede realizar con la inyección de vapor a temperatura elevada para movilizar los hidrocarburos pesados.
- Se pueden aplicar disolventes, los cuales debido a la reacción que tiene la roca posibilitan la extracción del recurso de una manera más eficaz. Por ejemplo, la acidificación de areniscas o de formaciones ricas en carbonatos disuelve la roca y amplía la grieta facilitando la salida de los hidrocarburos²³.
- También cabe mencionar el uso de fluidos supercríticos (FSC) como alternativa, porque provocan reacciones que modifican la fluidez, densidad y viscosidad de los hidrocarburos y facilitan su extracción.
- Perforación dirigida: es la combinación de la perforación horizontal y vertical. El tercer elemento para la técnica del *fracking* es la perforación horizontal o multietapa. La continua búsqueda de mejoras en la perforación ha posibilitado que se inventen formas de perforación multilaterales, duales o triples con distinta tipología: en horquilla, en ala, en pata de cuervo o en espina.
- Explotación de rocas de baja permeabilidad. La productividad por tonelada de roca es bajísima. Existen pocas actividades humanas que consuman tanta materia prima para tan poco producto. La proporción entre desecho producido y materia aprovechada alcanza altos niveles de despilfarro.

²³ Op cit, p. 20.

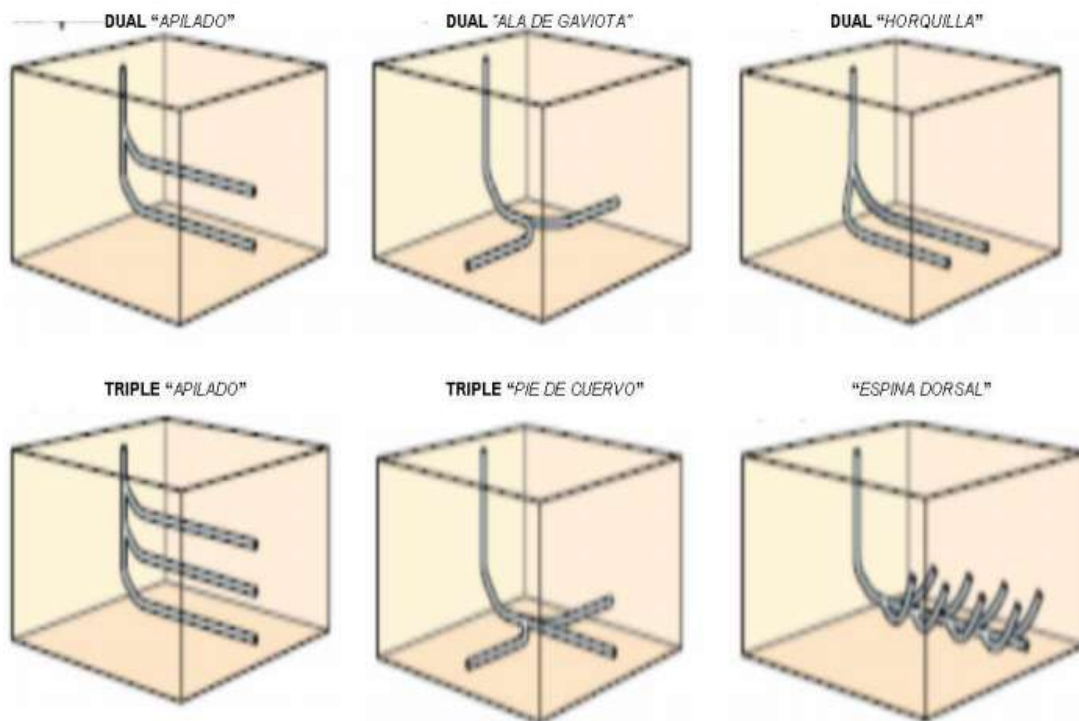


Ilustración 14. Tipos de perforación.

Fuente: Matesanz, J. (s. f.). Repercusiones territoriales de la fractura hidráulica o "fracking" en Cantabria, Burgos y Palencia (p. 21).

Una reserva de gas no convencional produce menos durante un periodo de tiempo mayor que en pozos de alta permeabilidad de reservas convencionales. Por tanto, en un yacimiento de gas no convencional deben perforarse muchos más pozos y en menos espacio para recuperar un porcentaje de gas comparable al de una reserva convencional. O, lo que es lo mismo, las explotaciones deben ser mucho más extensas, intensivas y abarcar estratos de roca inmensos²⁴

La apuesta por el *fracking* ha generado controversia, ya sea porque la legislación existente es obsoleta, porque se ha llegado al punto de eliminar controles en relación con la contaminación o porque no hay distinción entre hidrocarburos convencionales y no convencionales²⁵.

Existen posiciones encontradas respecto a los riesgos, la generación de incertidumbres y los beneficios que trae este tipo de explotación.

²⁴ Op cit, p. 15.

²⁵ Op. cit., p.43.

A finales de 2013 hubo varios movimientos encaminados a promocionar y autorizar el *fracking*. Sin embargo, como lo menciona Matesanz, vale la pena revisar las desventajas que tiene esta técnica²⁶, así como las repercusiones territoriales de la fractura hidráulica a la luz de diversos expertos y no solo de los interesados en el uso del método *fracking*²⁷.

Es importante conocer lo que es el *fracking*, sus ventajas, riesgos e implicaciones. Se debe reconocer que es una nueva tecnología y que aún es poco lo que se sabe y se puede predecir acerca de sismos, contaminación de acuíferos o hundimiento de zonas costeras por causa de esta práctica.

Como se supone que es un experimento, cuyas consecuencias están aún sin contrastar, la lógica dice que debería estar aún en la fase de hipótesis teórica formulada en abstracto. Sin embargo, como en la industria imperan los negocios ya dio el salto hasta la fase de aplicación práctica, extendiéndose por yacimientos de cientos de hectáreas. En cualquier disciplina, los experimentos ocupan la superficie de un laboratorio o a lo sumo de parcelas de experimentación. Aquí, en una actuación sin precedentes en la historia de la humanidad se han aplicado directamente sobre cientos de km², o lo que es más grave aún, estamos hablando de que este “experimento” en breve alcanzará miles de km² en toda la tierra²⁸.

En cuanto al costo que ocasiona el *fracking*, se puede comparar con talar hectáreas completas de árboles y que por cada 20 sólo se usa uno y de él se desechan la raíz, las ramas y los frutos. Otro ejemplo de coste evitado es que, a diferencia de las explotaciones a cielo abierto, aquí prescinden de los residuos. No es que no se produzcan sino que buena parte de ellos se queda bajo tierra, “bajo la alfombra”.

²⁶ Op. cit., p. 52.

²⁷ Op. cit., p. 56.

²⁸ Op. cit., p. 66.

3 Consideración de acciones e impactos ambientales en las diferentes actividades petroleras de exploración, perforación o producción

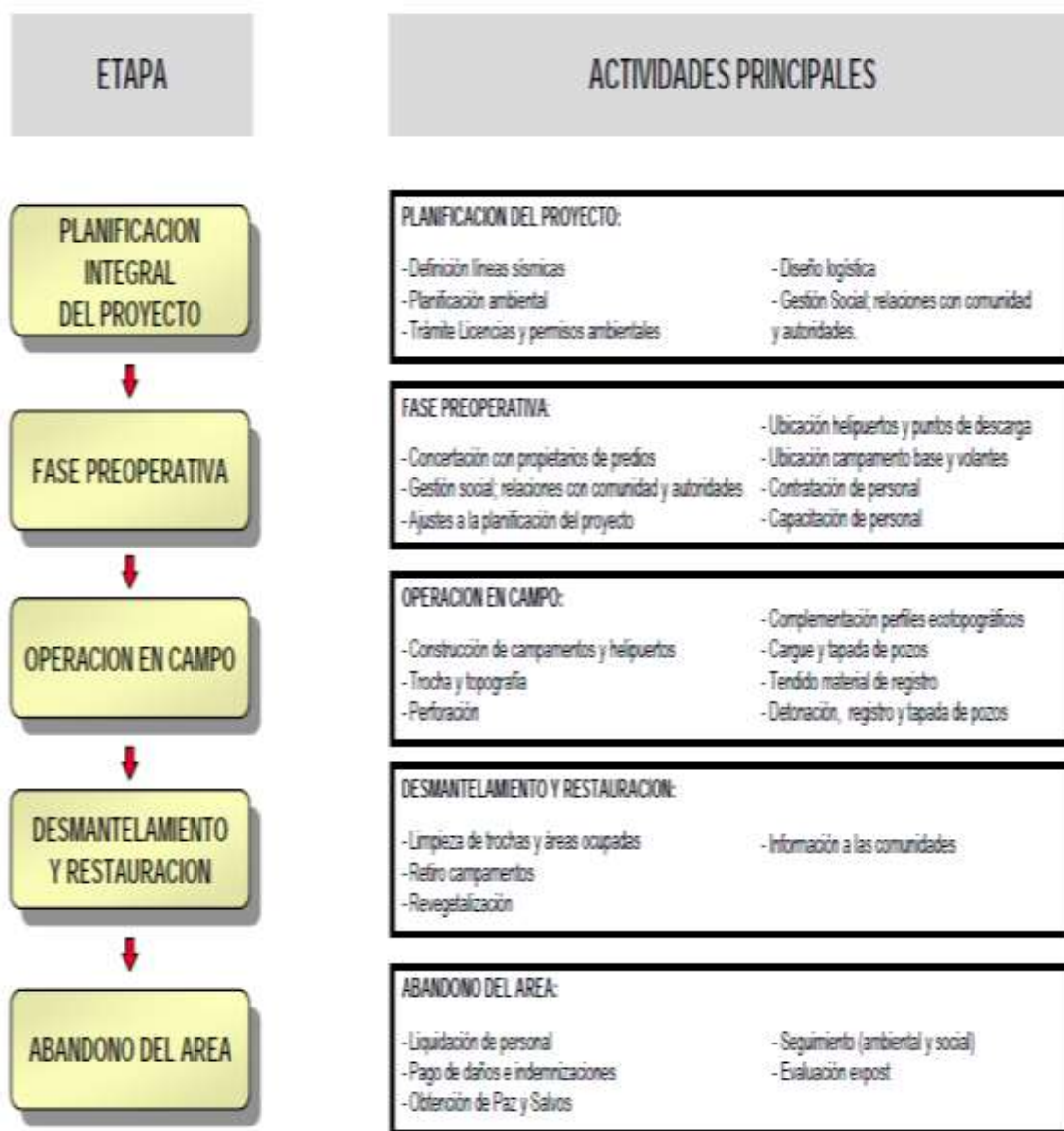
Es necesario analizar los posibles efectos ambientales para cada una de las etapas de la actividad petrolera.

3.1 Exploración petrolera “sísmica”

En la etapa de exploración se distinguen algunas actividades como la apertura de la trocha sísmica, la perforación y detonación de cargas explosivas, el manejo de petróleo, gas y agua en campo, el desmantelamiento y la recuperación ambiental.

En la tabla 3 “Comparación entre actividades de exploración e impactos producidos”, y las tablas 4, 5, 6, 7 y 8 se describe la operación en campo y el impacto producido por la actividad de exploración.

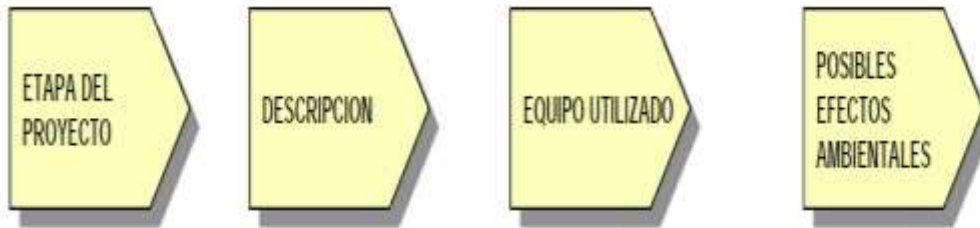
Tabla 3. Proyecto de exploración sísmica terrestre. Descripción general.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre (p. 35).

Las principales etapas de un proyecto, junto con las posibles alteraciones ambientales, las podemos observar en las tablas 4,5 y 6.

Tabla 4. Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre 1



ETAPA DEL PROYECTO	DESCRIPCION	EQUIPO UTILIZADO	POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES
Trocha y Topografía	La apertura de Trochas, conocida también como pica, es necesaria para el levantamiento planimétrico y altimétrico de los perfiles y líneas sísmicas establecidas y el paso de personal y equipos.	Geoposicionadores satelitales (GPS), equipo de topografía, herramientas manuales para corte selectivo de vegetación.	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación de la vegetación, de magnitud variable en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea. • Creación de nuevos accesos que permitan el aprovechamiento de los recursos naturales. • Generación de residuos sólidos.
Perforación	Se perforan pozos en los puntos de disparo para colocar la carga sísmica. Los pozos tienen generalmente las siguientes características: Distancia entre pozos: 15 a 100 m Diámetro: 2 a 3" (5 a 10cm) Profundidad: 2 a 20 m Revestimiento: tub. PVC de 2" (opcional) La perforación no utiliza lodos pero puede requerir agua en ocasiones especiales.	Taladros manuales. Taladros mecánicos accionados con motor a gasolina o Diesel Taladros neumáticos de aire comprimido.	<ul style="list-style-type: none"> • Generación o dinamización de procesos erosivos cuando se perfora sobre terrenos inestables, o por huecos de ensayo o inconclusos sin taponar. • Contaminación del agua por deficiente manejo de los residuos de perforación. • Eventual contaminación del suelo con hidrocarburos. • Generación de ruido con desplazamiento temporal de fauna. • Posible afectación de acuíferos.
Carga y Tapada de pozos	El material explosivo se coloca en el fondo de los pozos. Los pozos se taponan hasta la superficie con el material extraído durante la perforación.	Ninguno, la operación se realiza manualmente.	Generación de procesos erosivos o deslizamientos por cargas superficiales.
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.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre (p. 38).

Tabla 5. Operación en campo en proyectos de exploración sísmica terrestre 2.

ETAPA DEL PROYECTO	DESCRIPCION	EQUIPO UTILIZADO	POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES
Colocación de Geofonos	<p>a) Se distribuyen los geofonos o sensores (RISTRA) a lo largo de la línea de acuerdo con especificaciones de la Cia. Operadora.</p> <p>b.) Se inspeccionan los cables y geofonos regados para garantizar su operación normal</p>	Ninguno. La operación se realiza manualmente.	Activación de procesos erosivos por falta de restauración donde se sembraron geofonos profundos.
Detonación y registro	Se detona la carga explosiva colocada en los pozos. La detonación se hace en un pozo a la vez, coordinando la operación con el funcionario responsable del equipo de registro (Casablanca).	Ninguno. La operación se realiza manualmente.	<p>• Compactación del suelo cuando se usan camiones vibradores.</p> <p>• Generación o dinamización de procesos erosivos cuando la operación se realiza en terrenos susceptibles o inestables.</p> <p>• Generación de ruido y movimiento de suelo "soplado" cuando los pozos quedan mal tapados.</p> <p>• Desplazamiento temporal de fauna por efecto del ruido</p> <p>• Posible afectación de acuíferos.</p>
Desmantelamiento	Consiste en la eliminación de los factores de posible deterioro ambiental y de riesgo a la integridad física de los pobladores del área o a sus bienes. Incluye el retiro de equipos, cables y otros elementos utilizados, revisión o verificación del tapado de los huecos, el levantamiento de los campamentos, la clausura de las instalaciones de servicios y la recuperación de las áreas afectadas.	Herramientas manuales.	No hay efectos ambientales. Se trata de la actividad de preparación para la restauración.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre (p. 39).

Tabla 6. Impactos ambientales causados por la actividad sísmica.

ACTIVIDADES	IMPACTOS
Apertura de trochas y topografía	<p>Deforestación de magnitud variable en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea y de la construcción de helipuertos y campamentos temporales.</p> <p>Creación de nuevas vías de acceso, con mayores riesgos de colonización. Depredación de los recursos por la presencia de cuadrillas de trabajadores.</p> <p>Generación de residuos sólidos.</p>
Perforaciones y detonaciones de cargas explosivas	<p>Compactación del suelo cuando se usan camiones vibradores.</p> <p>Generación o dinamización de procesos erosivos cuando la operación se realiza en terrenos susceptibles o inestables (derrumbes).</p> <p>Generación de ruido y movimiento del suelo “soplado” cuando los pozos quedan mal tapados.</p> <p>Vibraciones que producen fracturas de las casas.</p> <p>Desplazamiento de fauna por efecto del ruido y muerte de peces cuando las detonaciones son en el agua.</p> <p>Afectación de acuíferos.</p> <p>Muchas veces quedan enterrados explosivos sin detonar, que pueden provocar muerte, heridas, amputaciones.</p>

Fuente: Calao, J. R. (2007). Caracterización de la industria petrolera: tecnologías disponibles para la prevención y mitigación de impactos ambientales (p. 13).

Una vez termina la exploración se inicia la perforación de pozos, con el fin de determinar la presencia de yacimientos petroleros. Los primeros pozos perforados se denominan pozos exploratorios y los siguientes de desarrollo y si están cerca de un campo existente se denominan pozos de avanzada.

Se compararon las etapas de la sísmica con las otras actividades de exploración (tabla 7) y se dieron tres niveles de importancia, según su grado de complejidad y afectación ambiental (Bajo 1, Medio 3, Alto 5). Se observó que las exploraciones geológica y geoquímica son actividades menos complejas desde el punto de vista de afectación ambiental que la actividad geofísica.

Tabla 7. Comparación entre actividades de exploración.


Etapa	Actividades principales	Observaciones	Exploración petrolera					
			Geofísica				Geo lógica	Geo química
			GR	MG	PE	SS		
Planificación integral del proyecto	Definición líneas de paso de acuerdo con el estudio realizado	Necesidad de líneas	3	3	3	5	3	3
	Planificación ambiental	Dificultad del plan	5	5	5	5	5	5
	Trámite de licencias y permisos ambientales	Dificultad del trámite	3	3	3	5	3	3
	Diseño logístico	Importancia del diseño	5	5	5	5	5	5
	Gestión social relaciones con la comunidad y autoridades	Importancia	5	5	5	5	5	5
Fase pre operativa	Concertación con propietarios de predios	Necesidad y dificultad de concertar	1	1	1	5	1	1
	Gestión social, relaciones con la comunidad y las autoridades	Necesidad y dificultad de gestionar	3	3	3	5	3	3
	Ajuste a la planificación del proyecto	Ajustes	3	3	3	5	3	3
	Ubicación de helipuertos y puntos de descarga	Ubicación y utilización	3	5	5	5	1	1
	Ubicación campamentos base y volantes	Cantidad e importancia	3	3	3	5	3	3
	Contratación de personal	Cantidad de personal	1	1	1	5	1	1
	Capacitación de personal	Capacitación	5	5	5	5	5	5
Operación en campo	Construcción de campamentos y helipuertos	Importancia	1	1	1	3	1	1
	Trocha y topografía	Dificultad de colocar equipos	3	3	5	5	3	3
	Perforación	Necesidad de perforación	1	1	3	5	3	3
	Complementación perfiles eco topográficos	Importancia de mapas de perfiles	5	5	5	5	5	5
	Cargue y tapada de pozos	Tapar huecos construidos	1	1	3	5	1	1
	Tendido material de registro	Equipos usados dificultad de uso	1	1	3	5	1	1
	Detonación registro y tapada de pozos	Registro de emisión de señal	1	1	3	5	1	1
Desmantelamiento o restauración	Limpieza de trochas y áreas ocupadas	Limpieza de áreas ocupadas	1	1	3	5	1	1
	Retiro de campamentos	Retiro	3	3	3	5	3	3
	Revegetalización	De acuerdo con la afectación	1	1	3	5	1	1
	Información a las comunidades	Importancia de informar	5	5	5	5	3	3
Abandono del área	Liquidación de personal	Legalidad	5	5	5	5	5	5
	Pago de daños e indemnizaciones	Legalidad	5	5	5	5	5	5
	Obtención de paz y salvos	Legalidad	5	5	5	5	5	5
	Seguimiento ambiental y social	Cumplimiento	5	5	5	5	5	5
	Evaluación ex post	Cumplimiento	5	5	5	5	5	5
			88	90	104	138	86	86

GR = gravimetría, MG = magnetometría, PE = perfil eléctrico, SS = sismográfica.

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta información se construyeron las principales etapas de un proyecto de exploración por medio de la geofísica: “gravimetría (tabla 8), magnetometría (tabla 9), perfiles eléctricos (tabla 10)”, la geología (tabla 11) y de la geoquímica (tabla 12), junto con las posibles alteraciones ambientales que se pudieron observar.

Tabla 8. Operación en campo, proyectos de exploración por gravimetría.



Etapa del Proyecto	Descripción	Equipo utilizado	Posibles efectos ambientales
Trocha y topografía	Tal vez sea necesaria la apertura de trocha para el paso de personal y equipos, pero esta metodología también se puede realizar desde el aire.	Geoposicionadores satelitales, GPS	Generación de residuos sólidos
Perforación	No se requiere perforar ningún pozo ni el uso de cargas explosivas.	No requiere	Ninguno
Tendido material de registro	El método es de medición superficial	No requiere	Ninguno
Se debe llevar una línea de registro de datos	Colocación del gravímetro	Computador	Ninguno
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Efectos ambientales mínimos (Ninguno)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Operación en campo, proyectos de exploración por magnetometría.



Etapa del Proyecto	Descripción	Equipo utilizado	Posibles efectos ambientales
Trocha y topografía	Tal vez sea necesaria la apertura de trocha para el paso de personal y equipos, pero esta metodología también se puede realizar desde el aire.	Geoposicionadores satelitales, GPS	Generación de residuos sólidos
Perforación	No se requiere perforar ningún pozo ni el uso de cargas explosivas.	No requiere	Ninguno
Tendido material de registro	El método es de medición superficial	No requiere	Ninguno
Se debe llevar una línea de registro de datos	Colocación del magnetómetro	Computador	Ninguno
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Efectos ambientales mínimos (Ninguno)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Operación en campo, proyectos de exploración por perfiles eléctricos.



Etapa del Proyecto	Descripción	Equipo utilizado	Posibles efectos ambientales
Trocha y topografía	Es necesaria una apertura de trocha para el levantamiento planimétrico y altimétrico de los perfiles de las líneas, así como paso de personal y equipos.	Geoposicionadores satelitales, GPS	Generación de residuos sólidos, se afecta la vegetación en menos magnitud que la sísmica. Se pueden crear nuevos accesos que permitan aprovechar los recursos naturales.
Perforación	La perforación se realiza manualmente en los sitios donde se van a colocar los electrodos.	No requiere	Efectos ambientales mínimos (ninguno)
Tendido material de registro	El método es de medición superficial	No requiere	Ninguno
Se debe llevar una línea de registro de datos	Colocación del multímetro	Computador	Ninguno
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Efectos ambientales mínimos (ninguno)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Operación en campo, proyectos de exploración por método geológico.



Trocha y topografía	No necesita apertura de trocha para el levantamiento	Geoposicionadores satelitales, GPS	Ninguno
Perforación	La perforación es muy puntual en los sitios donde se requieran reconocer perfiles estratigráficos	Torre de izaje	Efectos ambientales mínimos, contaminación por uso de aceite
Tendido material de registro	El método es de medición superficial	No requiere	Ninguno
Se debe llevar una línea de registro de datos	Reconocimiento en campo de materiales geológicos	Computador	Ninguno
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Efectos ambientales mínimos (ninguno)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Operación en campo, proyectos de exploración por método geoquímico.



Trocha y topografía	no necesita de apertura de trocha para el levantamiento	Geoposicionadores satelitales, GPS	Ninguno
Perforación	no requiere perforación	No requiere	Ninguno
Tendido material de registro	El método es de medición superficial	No requiere	Ninguno
Se debe llevar una línea de registro de datos	Recolección y toma de muestras para análisis geoquímicos o testigos de muestra, según sea el caso	Computador	Ninguno
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Efectos ambientales mínimos (ninguno)

Fuente: elaboración propia.

3.2 Perforación petrolera. “Perforación de pozos”

En la etapa de perforación se distinguen algunas actividades asociadas a diferentes fases del proyecto (tabla 13), que empiezan con la localización y el replanteo hasta el desmantelamiento y la recuperación.

Tabla 13. Actividades de construcción en proyectos de perforación.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 51).

Un proyecto de perforación requiere planeación (tablas 14 y 15), construcción de vías y localización (tabla 16), perforación de pozos (tabla 17), abandono y restauración (tabla 18).

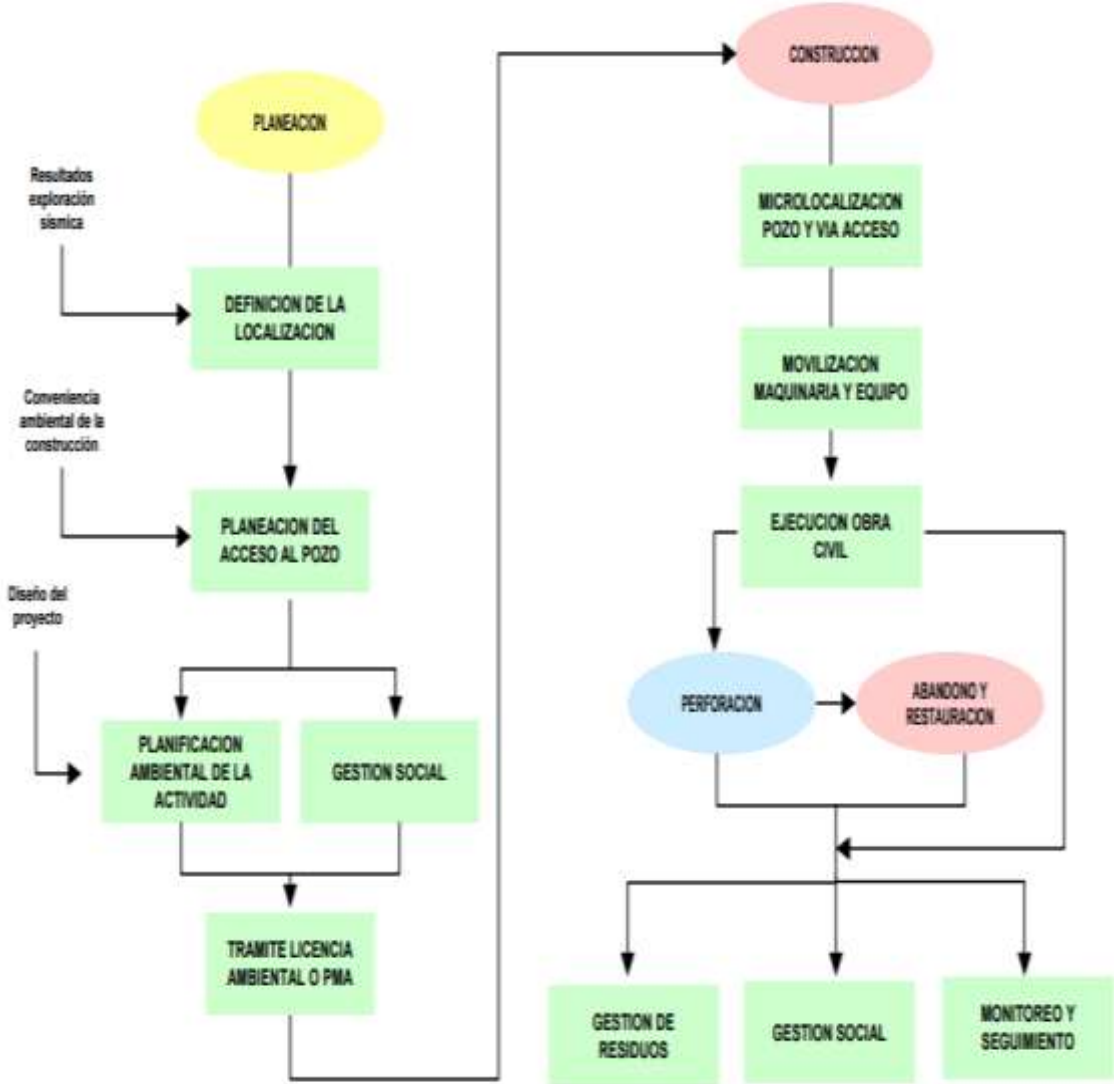
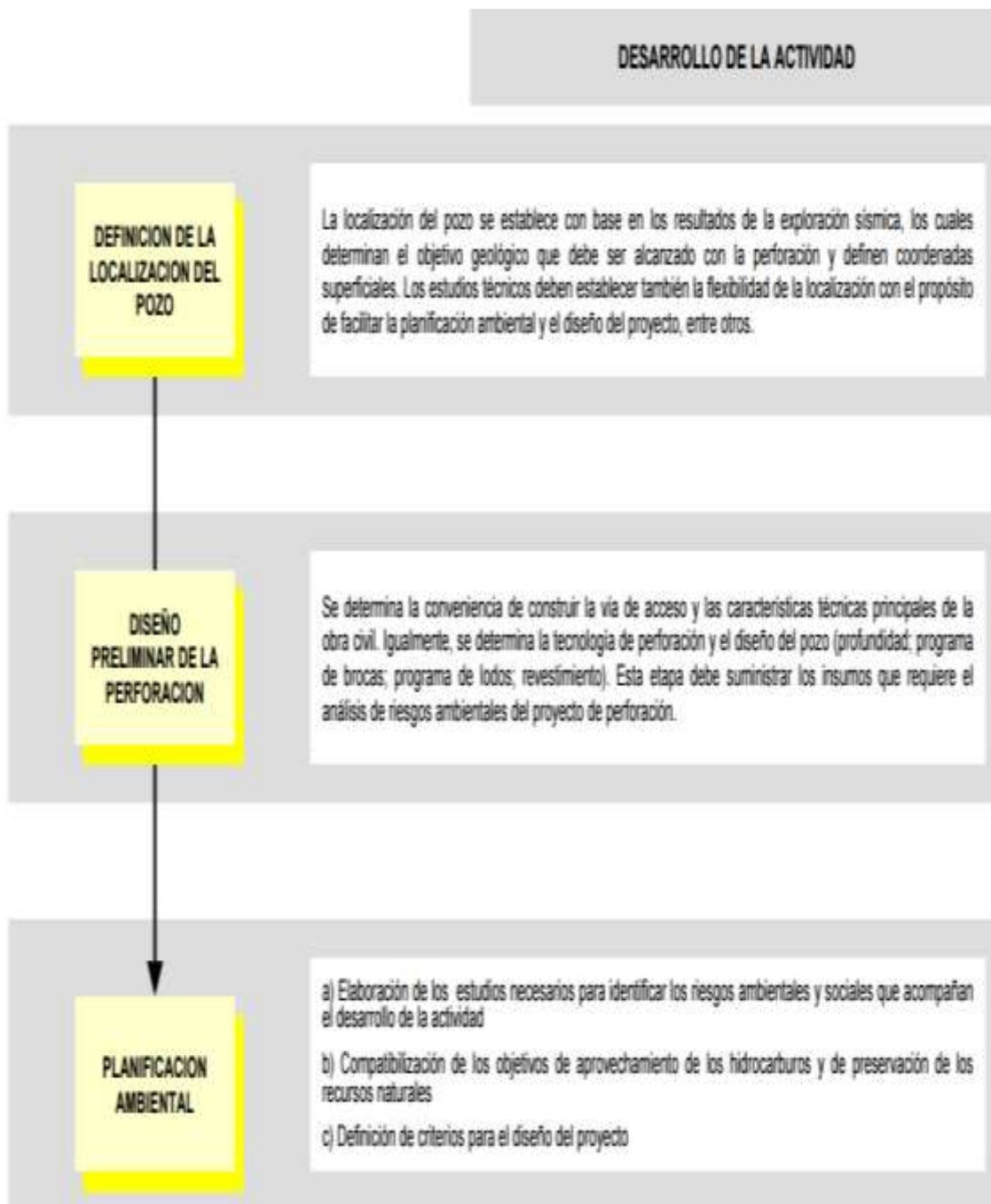


Ilustración 15. Esquema general de la perforación de pozos.

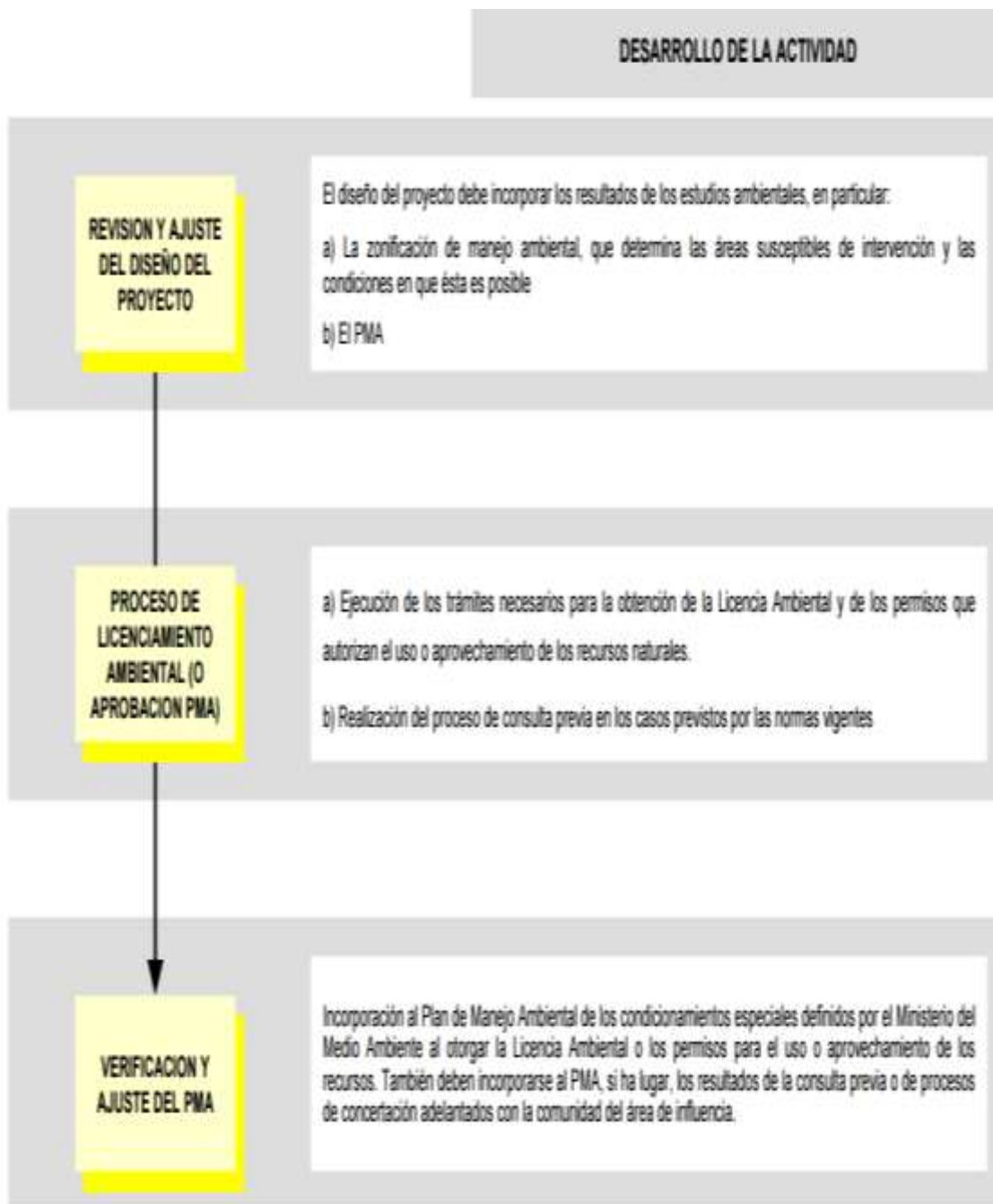
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 46).

Tabla 14. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de planeación 1.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 47).

Tabla 15. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de planeación 2.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 48).

Tabla 16. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de construcción.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
OBRAS TÍPICAS EN PROYECTOS DE PERFORACION	VIAS Y LOCALIZACION (Construcción o adecuación)	Movilización	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Localización y replanteo (trocha y topografía)	Concesión sobre el terreno de los diseños preliminares de obras a construir.
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Desmote y descapote	Remoción de la cobertura vegetal y del suelo en las áreas donde se proyecta construir
		Corte y relleno; movimiento de tierras	Conformación de las superficies de trabajo para la vía o para la localización de pozos, instalaciones, etc.
		Obras para manejo de drenajes	Construcción de cunetas, alcantarillas, etc. para manejo de la escorrentía y protección de las obras civiles
		Explotación, transporte y uso materiales de construcción	Extracción de materiales de cantera o de préstamo, requeridos por la obra
		Estabilización de taludes	Ejecución de las obras de geotecnia o de revegetalización necesarias para garantizar estabilidad de la construcción
		Restauración y abandono	Limpieza de áreas, cierre de obras y retiro de personal, equipo y maquinaria utilizado en la construcción
		Preparación de bases para equipos de perforación	Construcción de plataformas, redes de drenaje, cubiertas, etc. para ubicar equipos utilizados en la perforación
		Adecuación de áreas para instalaciones de apoyo	Planta eléctrica, almacenamiento de combustibles, captación de agua, redes de energía, saneamiento básico
		Construcción y adecuación facilidades para tratamiento o disposición de residuos	Fosa para cortes; piscinas de lodos; relleno sanitario, etc.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 49).

Tabla 17. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de perforación.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
OPERACION	MONTAJE EQUIPO	Movilización	Transporte de personal, taladro, maquinaria y equipo al sitio de la perforación
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Movimiento de materiales	Transporte y acarreo de materiales (aditivos; material lodo de perforación; combustibles, etc.)
		Instalación y prueba facilidades de apoyo	Montaje planta eléctrica, planta tratamiento aguas residuales, bomba captación agua, etc.
	PERFORACION	Preparación de lodo	Mezcla de componentes del lodo de perforación, según programa establecido
		Tratamiento de cortes y recirculación lodo	Separación de cortes y recuperación de lodo para ser reutilizado en el proceso
		Manejo de materiales	Manejo de la tubería y componentes del lodo de perforación, entre otros
		Uso de recursos naturales	Agua y energía para la perforación y actividades de apoyo al proyecto (transporte, campamentos, etc)
	GESTION DE RESIDUOS	Gestión ambiental aguas residuales industriales	Tratamiento, recirculación y disposición de las aguas residuales
		Gestión ambiental residuos sólidos	Ejecución del plan previsto en la planificación ambiental
		Control emisiones a la atmósfera	Mantenimiento y verificación periódica de equipos de combustión
	PRUEBA DE PRODUCCION	Preparación de la prueba	Planificación; identificación de necesidades y suministro de facilidades para la prueba
		Control de emergencias	Administración del plan de emergencia
		Tratamiento y disposición de residuos	Gestión de residuos sólidos, líquidos y emisiones generados por la prueba del pozo

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 50).

Tabla 18. Proyecto de perforación de pozos, descripción general etapa de abandono y restauración.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
DESAMANTELAMIENTO DE LAS OPERACIONES	PLANIFICACION Y EJECUCION DEL ABANDONO	Elaboración plan de abandono	Establecer un plan que permita el desmonte progresivo de la operación y la salida ordenada del proyecto
		Desmantelamiento de instalaciones	Descontaminación de instalaciones, desmonte, evacuación y gestión de los residuos.
		Limpieza final del área	Retiro de materiales y residuos de las áreas ocupadas por la actividad
		Gestión de residuos	Manejo, tratamiento y disposición final de residuos generados por el desmantelamiento
		Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	Inventario de pasivos y elaboración y ejecución de un plan para el saneamiento
		Clausura de sistemas de tratamiento de residuos	Tratamiento (final) de desechos y cierre de los sistemas instalados para el servicio del campo
		Restauración áreas afectadas	Recuperación morfológica, paisajística y de la cobertura vegetal de las áreas intervenidas por la actividad
	MANEJO DE LAS RELACIONES CON LA COMUNIDAD	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones	Plan que permita el desmonte gradual y no traumático de las relaciones proyecto - comunidad
		Identificación y saneamiento de compromisos	Los compromisos pendientes con la comunidad hacen parte del pasivo y deben satisfacerse antes del abandono
		Seguimiento	Evaluación de la evolución del clima social, para identificar efectos del abandono e implementar correctivos
EVALUACION EXPOST	Investigación estado de recursos naturales	Determinación efectos residuales imputables a la actividad; planeación y ejecución de la recuperación	
	Determinación eficacia medidas de restauración; corrección	Seguimiento a la evolución y resultados de la restauración	

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 51).

En cada una de las etapas de la perforación existen diversas actividades que pueden tener posibles efectos ambientales (tabla 19).

Tabla 19. Impactos ambientales causados por la perforación.

ACTIVIDADES	IMPACTOS
Fase previa Adquisición de predios y derechos de servidumbre.	Expropiaciones, presión, violencia y corrupción.
Fase de perforación Movilización de maquinaria, equipos e insumos. Vías de acceso. Remoción de la cobertura vegetal. Zonas de fuentes y botadero. Explanación. Montaje de equipos de perforación. Perforación. Depósito de cortes de perforación. Disposición de basuras y aguas residuales. Pruebas de producción. Relaciones con la comunidad. Uso de gran cantidad de aditivos. Químicos contaminantes.	Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad. Erosión. Interrupción de flujo de agua. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos. Generación de residuos sólidos. Presencia de sustancias químicas. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas. Ruido y vibraciones. Desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores. Accidentes. Interrupción de vías de drenaje naturales.

Fuente: Calao, J. R. (2007). Caracterización de la industria petrolera: tecnologías disponibles para la prevención y mitigación de impactos ambientales (p. 19).

Se mencionan los lodos de perforación porque son una fuente importante de contaminación durante el proceso de perforación.

La función que cumplen los lodos está sujeta a variaciones que dependen del equipo, de la actividad que se va a ejecutar, del material encontrado en la formación geológica, entre otros. Los lodos se usan para limpiar, enfriar y lubricar la broca y la tubería de perforación; transportar los recortes a la superficie y removerlos del fluido; proporcionar estabilidad a la formación perforada; prevenir la pérdida excesiva de fluido en formaciones permeables; evitar daños a las

formaciones permeables; evitar daños a las formaciones productivas y maximizar su producción, y proporcionar integridad a la salud de las personas.

La procedencia de los lodos de perforación puede ser con base en agua o en aceite. Los componentes más utilizados son arcillas, baritina y aditivos químicos. Muchos de estos últimos son altamente tóxicos y pueden incluir biocida, bactericidas, anticorrosivos, espesantes y sustancias químicas para controlar el pH. Los desechos producidos por los lodos de perforación pueden hallarse mezclados con petróleo y sales provenientes de los pozos y pueden ser sumamente alcalinos.

Los desechos de perforación generan grandes cantidades de residuos sólidos producto de la perforación, que contienen grandes cantidades de residuos tóxicos como aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, plomo, magnesio, mercurio, níquel, zinc, benceno, naftalina y otros hidrocarburos, así como niveles tóxicos de sodio y cloruros. (“Censat agua viva”, 2002. Impacto ambiental de la industria petrolera: la perforación) (Oilwatch Manual de monitoreo ambiental para la industria petrolera, 2007).

Si se tiene un pozo de aproximadamente 5 kilómetros de profundidad se pueden generar unos 4.000 barriles de corte de perforación, por lo que es muy común tener cortes impregnados de aceite o cualquier otro tipo de contaminante (Navarro, A. (1995). *Ervorinmenatly safe drilling practices*, cap. 8, pp. 65-76).

Al comparar la etapa de perforación en pozos con la perforación rotatoria y la multilateral en un solo cuadro y asignarles niveles de importancia según su grado de complejidad y afectación ambiental (Bajo 1, Medio 3, Alto 5), se puede observar que la perforación rotatoria es una actividad menos compleja desde el punto de vista de afectación ambiental que la actividad multilateral (tabla 20).

Tabla 20. Comparación entre actividades de perforación.

Etapa	Actividades principales	Observaciones	Perforación petrolera	
			Rotatorio	Multilateral
Planeación	Definición de la localización de pozo	Depende del estudio de exploración	1	1
	Diseño preliminar de la perforación	Determinación de estudios que se deben seguir	1	1
	Planificación ambiental	Determinación de estudios que se deben seguir	5	5
	Revisión y ajuste del diseño del proyecto	Determinación de estudios que se deben seguir	3	3
	Procesamiento de licencia ambiental (o aprobación al PMA)	Importancia	5	5
	Verificación y ajuste del PMA	Necesidad y dificultad de concertar	3	3
Vías, localización, planeación o adecuación	Movilización	Dificultad de colocar equipos	5	5
	Localización y replanteo	Necesidad y dificultad de gestionar	1	1
	Instalación de campamentos	Dificultad de construcción	5	5
	Desmonte y descapote	Dificultad	3	3
	Corte y relleno movimiento de tierras	Dificultad	3	3
	Obras para manejo de drenajes	Dificultad	3	3
	Explotación, transporte y uso de materiales de construcción	Dificultad	3	3
	Estabilización de taludes	Dificultad	3	3
	Restauración abandono	Dificultad	3	3
	Preparación de bases para equipos de perforación	Ajustes y cantidades	3	5
	Adecuación de áreas para instalación de apoyos	Ubicación y utilización	3	5
	Construcción y adecuación para tratamiento o disposición de residuos	Cantidad e importancia	3	5
Montaje de equipo	Movilización	Transporte de personal y equipo	3	3
	Instalación de campamentos	Adecuación de áreas	3	3
	Movimiento de materiales	Transporte de material de perforación	3	3
	Instalación y prueba de facilidades de apoyo	Montaje de planta eléctrica	3	3
Perforación	Preparación de lodo	Según programa establecido	1	1
	Tratamiento de cortes y recirculación de lodo	Grado de contaminación	5	5
	Manejo de materiales	Grado de contaminación	5	5
	Uso de recursos naturales	Grado de contaminación cantidad	3	5
Gestión de residuos sólidos	Gestión de las aguas residuales industriales	Grado de contaminación cantidad	3	5
	Gestión ambiental de los residuos sólidos	Grado de contaminación cantidad	3	5
	Control de emisiones a la atmósfera	Equipos usados dificultad de uso	1	1
Prueba de producción	Preparación de la prueba	Facilidad de la prueba	3	3
	Control de emergencias	Plan de emergencia	5	5
	Tratamiento y disposición de residuos	De acuerdo con la afectación	5	5
Planificación y ejecución del abandono	Elaboración del plan de abandono	Importancia de informar	3	5
	Desmantelamiento de instalaciones	Legalidad	3	5
	Limpieza final del área	Legalidad	5	5
	Gestión de residuos sólidos	Manejo, tratamiento y disposición	5	5
	Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	Inventario de pasivos	3	5
	Clausura de sistemas de tratamiento de residuos	Tratamiento de desechos y cierre	5	5
Manejo de las relaciones con la comunidad	Restauración de áreas afectadas	Recuperación paisajística de cobertura (cantidad)	3	5
	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones	Relaciones proyecto comunidad	5	5
	Identificación y saneamiento de compromisos	Cumplimiento de compromisos	5	5
	Seguimiento	Cumplimiento de compromisos	5	5
Evaluación ex post	Investigación, estado de recursos naturales	Determinación de efectos del proyecto	5	5
	Determinación eficacia medidas de restauración, corrección.	Determinación de eficacia de los métodos	5	5
			154	174

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta información se construyeron las principales etapas de un proyecto de perforación para los métodos rotatorio y multilateral. El equipo utilizado y las posibles alteraciones ambientales se presentan en la tabla 21.

Tabla 21. Operación en campo, proyectos de perforación por los métodos rotatorio y multilateral.

Etapa del Proyecto	Descripción	Equipo utilizado	Posibles efectos ambientales
Fase previa	Adquisición de predios y derechos de servidumbre.	computador	Expropiaciones, presión, violencia y corrupción.
Fase de perforación	Movilización de maquinaria, equipos e insumos.	equipo pesado	Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad.
Fase de perforación	Vías de acceso.	Bulldozers, retoexcavadoras, equipo pesado.	Erosión.
Fase de perforación	Remoción de la cobertura vegetal.	bulldozers, retoexcavadoras, equipo pesado.	Interrupción de flujo de agua.
Fase de perforación	Zonas de fuentes y botadero.	Equipo pesado	Presencia de una gran cantidad de trabajadores y las necesidades
Fase de perforación	Explanación.	Equipo pesado	Generación de residuos sólidos.
Montaje de equipos de perforación.	Revisión de los equipos especializados para la mezcla en tolvas e inyección de la lechada de cemento entre la perforación y la tubería instalada	Equipo pesado	Presencia de sustancias químicas.
Perforación.	Cuando se abren pozos se usa lodo químico, altamente contaminante, además	Equipo pesado	Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas.
Depósito de cortes de perforación.	Se hacen piscinas para depositar las aguas acidas y los lodos contaminados que salen junto con el posible petróleo	Equipo pesado	Ruido y vibraciones.
Disposición de basuras y aguas residuales.	El petróleo extraído generalmente viene acompañado de sedimentos, agua y gas natural, por lo que deben construirse previamente las facilidades de producción, separación y almacenamiento.	Equipo pesado	Desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores.
Pruebas de producción.	El pozo en funcionamiento se pueden presentar riesgos de accidentes con gases venenosos, aguas acidas y depósitos de crudo.	Equipo pesado	Accidentes.
Relaciones con la comunidad.	Durante la perforación se requieren grandes cantidades de agua del lugar	Computador	Interrupción de vías de drenaje naturales.
Uso de gran cantidad de aditivos.	La extracción se puede hacer con ácido o por medio de fracturación:	Pruebas de laboratorio	Contaminación de sedimentos, agua y suelos
Químicos contaminantes.	También durante la perforación se producen metales pesados y tóxicos como el cadmio, cobre, arsénico, mercurio y plomo	pruebas de laboratorio	Contaminación de sedimentos, agua y suelos

Fuente: elaboración propia.

3.3 Producción petrolera. “Desarrollo de pozos”

En la etapa de producción se distinguen algunas actividades como localización y replanteo, movilización de maquinaria, desmonte y descapote, construcción de campamentos, construcción y adecuación de vías y áreas de perforación, restauración y mantenimiento, desmantelamiento y recuperación ambiental.

En esta etapa se explotan los hidrocarburos (petróleo y gas) que se encuentran en el yacimiento. Para el montaje de la infraestructura se necesitan elementos como tuberías, líneas de recolección, separadores, tanques, entre otros.

En la zona establecida (batería o facilidades de producción), algunos elementos principales para la puesta en marcha del pozo son los siguientes:

Planta de tratamiento de gas.

Planta de tratamiento de aguas.

Piscina de recolección.

Líneas de despachó o ductos.

Árbol de navidad (se coloca en la boca de cada pozo).

Por cada campo petrolero se habilita una superficie para la instalación de producción, vías de acceso, fuentes de materiales, tratamiento y disposición de desechos. Las principales instalaciones son las de separación y bombeo.

El crudo se conduce a través de líneas de flujo secundarias a las instalaciones de separación de emulsión. Para inhibir la formación de espuma se usan derivados de benceno, que es una sustancia altamente tóxica y cancerígena. La mayor parte del gas se quema en las estaciones como desperdicio, no siempre siguiendo los lineamientos ambientales.

Las piscinas de desecho de las estaciones reciben las aguas de producción, las cuales proviene de las formaciones geológicas o de las aguas subterráneas contaminadas por su reinyección

Las aguas de producción contienen sales como calcio, magnesio, sodio y gases disueltos como monóxido de carbón, dióxido de carbono, ácido sulfúrico y otros, que pueden tener estroncio o radio, materiales altamente radioactivos. Muchos de esos tóxicos se pueden concentrar en la cadena alimenticia.

Las aguas de producción contienen niveles inaceptables de crudo suspendido y emulsificado. La salmuera proviene de los pozos y no es apta para el consumo de

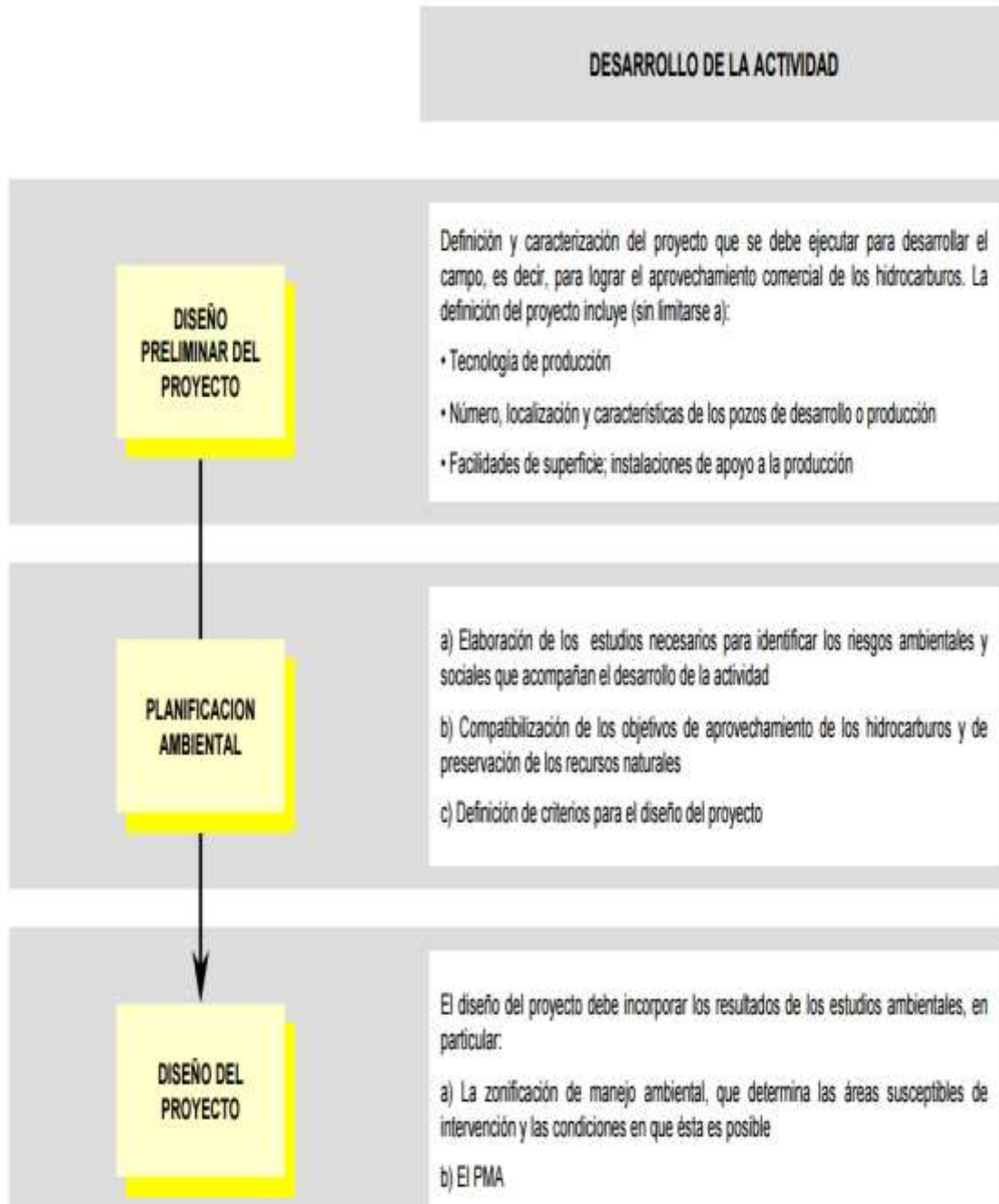
cualquier especie; adicionalmente, es difícil diferenciarlas de las aguas dulces. Las piscinas se encuentran interconectadas por cuellos de ganso y desde la última se evacúan las aguas de producción hacia el ambiente, lo cual trae como consecuencia que el principal impacto ambiental sea sobre los cuerpos de agua, que en última instancia afectan al ser humano.

El aire también se ve afectado con contaminantes debido a la combustión incompleta. Los gases tóxicos más importantes son óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, gas sulfhídrico, metano, etano, propano, butano, etc., lo cual ocasiona lluvias ácidas que afectan la vegetación de la zona.

No se debe desconocer la contaminación del suelo producto de los derrames provocados de crudo y de agua en formación, también es común regar crudo y desechos en las vías.

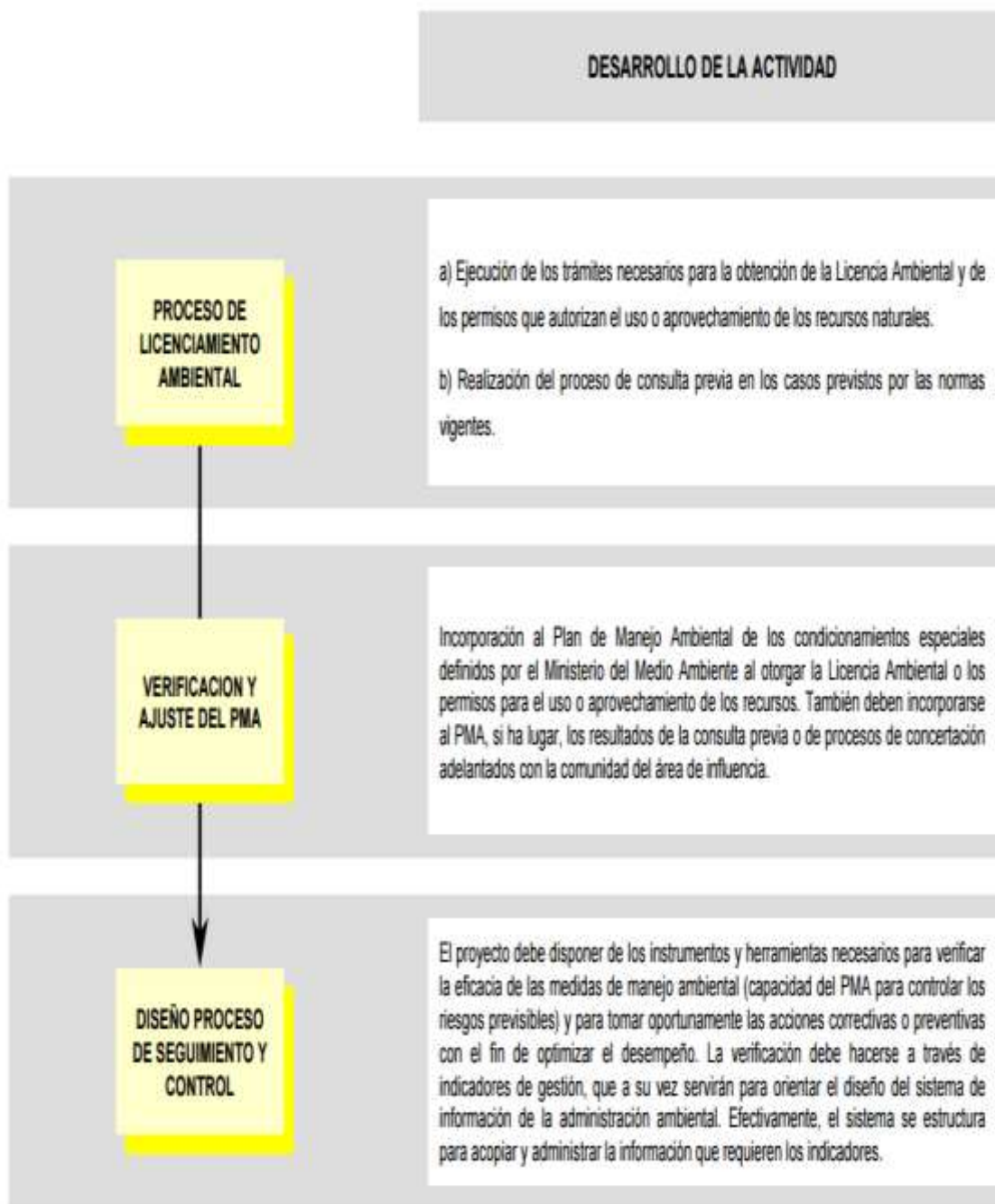
A continuación se mencionan las actividades para la explotación y producción de un campo petrolero, desde la planeación (tablas 22 y 23), la construcción (tablas 24, 25 y 26), la operación y mantenimiento (tabla 27) hasta el abandono y restauración (tabla 28) y los aspectos e impactos ambientales (tablas 29, 30 y 31).

Tabla 22. Proyecto de desarrollo y explotación de campos petroleros. Descripción general de la etapa de planeación 1.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 45).

Tabla 23. Proyecto de desarrollo y explotación de campos petroleros. Descripción general de la etapa de planeación 2.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 46).

Tabla 24. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 1.

		ACTIVIDADES PRINCIPALES	
OBRAS TÍPICAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE CAMPOS	VIAS Y LOCACIONES (Construcción o adecuación)	Movilización	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Localización y replanteo (trocha y topografía)	Concreción sobre el terreno de los diseños preliminares de obras a construir.
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Desmonte y descapote	Remoción de la cobertura vegetal y del suelo en las áreas donde se proyecta construir
		Corte y relleno; movimiento de tierras	Conformación de las superficies de trabajo para la vía o para la localización de pozos, edificios, instalaciones, etc.
		Obras para manejo de drenajes	Construcción de cunetas, alcantarillas, etc. para manejo de la escorrentía y protección de las obras civiles
		Explotación, transporte y uso materiales de construcción	Extracción de materiales de cantera o de préstamo, requeridos por la obra
		Estabilización de taludes	Ejecución de las obras de geotecnia o de revegetalización necesarias para garantizar estabilidad de la construcción
		Restauración y abandono	Limpieza de áreas, cierre de obras y retiro de personal, equipo y maquinaria utilizado en la construcción
	FACILIDADES DE SUPERFICIE	Movilización	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Completamiento obras civiles	Construcción bases, sistemas drenajes, etc. para instalación equipos
		Fabricación in situ; ensamble	Construcción de elementos menores o ensamble de partes antes del montaje
		Montaje	Instalación equipos de proceso y facilidades tratamiento; gestión de residuos
		Terminación	Limpieza (sandblasting; otras), pintura y acabado de la instalación
		Prueba	Puesta en marcha y calibración; gestión de residuos

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 47).

Tabla 25. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 2.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
OBRAS TÍPICAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE CAMPOS	TENDIDO LINEAS DE FLUJO Y CONDUCCION	Movilización	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Localización y replanteo (trocha y topografía)	Concreción sobre el terreno de los diseños preliminares de obras a construir
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Conformación derecho de vía	Desmonte, descapote, corte y excavación.
		Acopio, manejo y soldadura de tubería	Transporte, tendido, limpieza, doblado, alineación y soldadura; control de calidad
		Instalación de tubería	Zanjado, bajado y tapado, cuando la tubería va enterrada; instalación apoyos y colocación, si va superficial
		Prueba hidrostática o neumática	Ensayo no destructivo para comprobar la hermeticidad y estanqueidad del sistema
		Reconformación y recuperación derecho de vía	Ejecución de las obras necesarias para la restauración paisajística y estabilización del derecho de vía
		Restauración y abandono	Limpieza de áreas, cierre de obras y retiro de personal, equipo y maquinaria utilizado en la construcción
		EDIFICIOS	Movilización
Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo		
Construcción	Desarrollo de la obra proyectada, según diseños		
Conexión a redes de servicios	Dotación de servicios de energía, agua y saneamiento básico		
Terminación	Instalación de pisos, pintura, acabado, etc. de las instalaciones		
Paisajismo	Amonización de la construcción con el paisaje circundante		

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 48).

Tabla 26. Proyecto de explotación de campos petroleros. Actividad de construcción 3.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
OBRAS TÍPICAS EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE CAMPOS	PERFORACION DE POZOS	Movilización	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Instalación de campamentos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Construcción o adecuación facilidades o complementarias	Piscinas, drenajes, etc. para el manejo de residuos; fosa para disposición de cortes
		Perforación	Construcción del pozo
		Revestimiento; completamiento	Terminación del pozo según diseño preestablecido
		Prueba	Poner el pozo en producción para determinar su potencial, características de los fluidos, etc.
		Gestión de residuos Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo	Manejo, tratamiento y disposición de residuos de perforación y pruebas de producción
		Reconformación y recuperación localización	Ejecución de las obras necesarias para la restauración paisajística y estabilización de la localización
		Restauración y abandono	Limpieza de áreas, cierre de obras y retiro de personal, equipo y maquinaria utilizado en la perforación
SERVICIOS	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red	Garantizar que las instalaciones contarán con servicios de agua, energía y saneamiento básico (alcantarillado; sistemas tratamiento aguas residuales)	
	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo		
	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas		
	Construcción red de alcantarillado		

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 49).

Tabla 27. Proyecto de explotación de campos petroleros. Operación y mantenimiento de instalaciones.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
PRODUCCION / MANTENIMIENTO	EXTRACCION Y CONDUCCION DE FLUIDOS	Prueba de pozos	Transporte de personal, maquinaria y equipo al sitio de la obra
		Mantenimiento unidades extracción de fluidos	Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo
		Mantenimiento de pozos	Piscinas, drenajes, etc. para el manejo de residuos; fosa para disposición de cortes
		Inspección de pozos y líneas de flujo	Construcción del pozo
		Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía	Terminación del pozo según diseño preestablecido
		Mantenimiento localizaciones	Poner el pozo en producción para determinar su potencial, características de los fluidos, etc.
		Restauración áreas afectadas	Manejo, tratamiento y disposición de residuos de perforación y pruebas de producción
		Monitoreo y seguimiento	Ejecución de las obras necesarias para la restauración paisajística y estabilización de la localización
		Gestión de residuos	Manejo, tratamiento y disposición de residuos de operación y mantenimiento
		Atención de emergencias	Establecimiento, implementación y mantenimiento del Plan de Contingencias, según necesidades
TRATAMIENTO DE FLUIDOS	Mantenimiento de instalaciones	Garantizar la operatividad de las instalaciones, mediante la prevención y corrección de fallas	
	Control operacional	Seguimiento continuo a las operaciones críticas para la calidad del producto, la seguridad o el ambiente	
	Monitoreo y seguimiento	Evaluación del desempeño ambiental, en función de los objetivos y metas de la gestión	
	Tratamiento de residuos	Ejecución de las acciones previstas para la administración de residuos	
	Atención de emergencias	Establecimiento, implementación y mantenimiento del Plan de Contingencias, según necesidades	

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 50).

Tabla 28. Proyecto de explotación de campos petroleros. Abandono y restauración.

ACTIVIDADES PRINCIPALES			
DESAMANTELA MIENTO DE LAS OPERACIONES	PLANIFICACION Y EJECUCION DEL ABANDONO DEL CAMPO	Elaboración plan de abandono	Establecer un plan que permita el desmonte progresivo de la operación y la salida ordenada del operador
		Desmantelamiento de instalaciones	Descontaminación de instalaciones, desmonte, evacuación y gestión de los residuos
		Limpieza final del área	Retiro de materiales y residuos de las áreas ocupadas por la actividad
		Gestión de residuos	Manejo, tratamiento y disposición final de residuos generados por el desmantelamiento
		Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	Inventario de pasivos y elaboración y ejecución de un plan para el saneamiento
		Clausura de sistemas de tratamiento de residuos	Tratamiento (final) de desechos y cierre de los sistemas instalados para el servicio del campo
		Restauración áreas afectadas	Recuperación morfológica, paisajística y de la cobertura vegetal de las áreas intervenidas por la actividad
	MANEJO DE LAS RELACIONES CON LA COMUNIDAD	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones	Plan que permita el desmonte gradual y no traumático de las relaciones proyecto - comunidad
		Identificación y saneamiento de compromisos	Los compromisos pendientes con la comunidad hacen parte del pasivo y deben satisfacerse antes del abandono
		Seguimiento	Evaluación de la evolución del clima social, para identificar efectos del abandono e implementar correctivos
	EVALUACION EXPOST	Investigación estado de recursos naturales	Determinación efectos residuales imputables a la actividad, planeación y ejecución de la recuperación
		Determinación eficacia medidas de restauración, corrección	Seguimiento a la evolución y resultados de la restauración
		Entrega del área	Devolución del campo al Estado

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 51).

Tabla 29. Aspectos e impactos ambientales de la construcción.

ACTIVIDADES PRINCIPALES	USO DE RECURSOS			GESTION DE RESIDUOS	ASPECTOS SOCIALES
	AGUA	AIRE	SUELO		
Movilización maquinaria y equipo	No requiere	Posible alteración de calidad por emisión de gases de combustión y ruido	Solamente se afecta cuando se requiere construir infraestructura para la movilización.	En esta fase corresponden a residuos del mantenimiento.	Utilización de la infraestructura social.
Instalación y operación de campamentos	Se requiere como insumo para el campamento, para atención de necesidades básicas. Parte se retoma al medio como residuo. La operación del campamento puede deteriorar la calidad del recurso.	No requiere	Alteración temporal de patrones de uso. Pérdida de recursos asociados, por remoción de cobertura vegetal, compactación y contaminación.	Genera residuos sólidos y líquidos domésticos proporcionales al número de personas que ocupan la instalación.	Competencia por el uso de recursos y de infraestructura social.
Construcción obras civiles	Alteración de patrones de drenaje. Deterioro de la calidad del agua por sedimentos y contaminación de diferente naturaleza (orgánica; química - combustibles y lubricantes-)	Deterioro de la calidad por emisiones de gases de la maquinaria utilizada, emisión de material particulado por la construcción, etc.	Pérdida de suelo y recursos asociados, durante el desmonte, el descapote y las actividades de corte y relleno y la explotación de materiales. Deterioro de la calidad y pérdida de estabilidad. Alteración del paisaje por la infraestructura.	Genera residuos sólidos y líquidos domésticos, proporcionales al número de personas que ocupan la instalación. Residuos de corte y materiales de construcción.	Competencia por el uso de recursos y de infraestructura social. Alteración de la calidad de los recursos utilizados por la comunidad. Cambio en las condiciones socioeconómicas y culturales.
Explotación y uso de materiales	Alteración de patrones de drenaje; contaminación de cuerpos de agua con sedimentos.	Posible alteración de calidad por emisión de partículas, cuando se explotan materiales de cantera.	Pérdida de suelo y recursos asociados. Pérdida de estabilidad. Daños al paisaje.	Se requiere disponer materiales sobrantes, lo cual genera la necesidad de nuevos botaderos.	Utilización de la infraestructura social.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 52).

Tabla 30. Aspectos e impactos ambientales de la operación de campo.

ACTIVIDADES PRINCIPALES	USO DE RECURSOS			GESTION DE RESIDUOS	ASPECTOS SOCIALES
	AGUA	AIRE	SUELO		
Producción	No requiere	Posible alteración de calidad por emisión de gases de combustión y ruido. Venteos de gas natural por escapes en cabeza de pozo.	Solamente se afecta el área correspondiente a la localización, que se sustrae de cualquier otro uso mientras el pozo no se abandone. Deterioro del paisaje.	Los residuos corresponden a suelos contaminados por derrames o escapes en cabeza de pozo, partes y piezas y residuos del mantenimiento.	Generación de riesgos para la salud y la seguridad.
Conducción de fluidos	No requiere agua para la conducción. Los derrames y escapes en líneas de conducción pueden afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.	Posible alteración de calidad por venteos de gas natural por escapes en cabeza de pozo.	Ocupación por derechos de vía. Contaminación causada por derrames o escapes.	Los residuos corresponden a suelos contaminados por derrames o escapes y a partes y piezas de equipo.	Generación de riesgos para la salud y la seguridad.
Tratamiento de fluidos	Puede requerirse para lavado de crudos, limpieza de instalaciones y consumo humano. La calidad del agua puede afectarse por derrames o escapes, o por vertimiento o disposición inadecuada de residuos.	Alteraciones en la calidad del recurso por emisiones fugitivas de gas, compuestos orgánicos volátiles y gases de combustión y energía térmica por quemas de gas en leas.	Contaminación por derrames de hidrocarburos y productos químicos durante la operación y el mantenimiento, o por deficiente disposición de residuos.	Los residuos corresponden a todos aceitosos, suelos contaminados por derrames o escapes y a partes y piezas de equipo. Residuos domésticos.	Generación de riesgos para la salud y la seguridad.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 53).

Tabla 31. Impactos ambientales causados por la actividad de producción.

ACTIVIDADES	IMPACTOS
<p>Planta de tratamiento Separadores, tanques, líneas de flujo, desatadores, piscinas, líneas de tratamiento de gas, líneas de tratamiento de agua, etc.</p>	<p>Contaminación de aire, suelos y fuentes hídricas.</p>
<p>Creación e implementación de ductos. Selección ruta de topografía. Adquisición de predios y derechos de servidumbre.</p>	<p>Expropiaciones, presión, violencia, amenazas, corrupción, división de organizaciones, intervención en la vegetación para la topografía. Cuando son zonas vírgenes se incentiva la colonización. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad. Erosión y riesgos de deslaves por remoción de tierra, compactación de los suelos.</p>
<p>Creación e implementación de ductos Selección ruta de topografía. Movilización de maquinaria e insumos. Construcción de vías de acceso. Remoción de la cobertura vegetal. Zonas de préstamo y botadero. Explanación y construcción de fosas en casos de que se entierre. Disposición de cortes de perforación. Disposición de basuras y aguas residuales. Restauración final Relaciones con la comunidad</p>	<p>Interrupción de flujos de agua, inundaciones, estancamiento de aguas. Perturbación de cauces en los ríos. Contaminación del agua por aceites, lodos, desechos sólidos. Presencia de una gran cantidad de trabajadores. Generación de residuos sólidos. Riesgos de rupturas por sismos o actividad volcánica. Derrames accidentales debidos al goteo en sitio de válvulas. Desplazamiento de fauna por efecto del ruido o del calor. Daños a la propiedad, cercas y construcciones. Pérdida de cultivos y de la fertilidad del suelo. Riesgo de accidentes. Contaminación del aire por la maquinaria Interrupción de drenaje de agua. Construcción de vías para mantenimiento del ducto. Daños a la infraestructura y vivienda debido a la vibración. Aumento de la violencia, delincuencia y pérdida de la intimidad. División de comunidades y organizaciones.</p>

ACTIVIDADES	IMPACTOS
	Muerte de fauna silvestre y doméstica por diferentes tipos de accidentes o la contaminación.
Fase de operación	Contaminación por goteo. Rupturas accidentales o provocadas. Pérdida de biodiversidad permanente, alteraciones de flujos de agua inundaciones, estancamiento de aguas. Incendios, derrames y accidentes por robo de combustible. Sabotaje por ser infraestructura estratégica y vulnerable. Rupturas por efectos de movimientos sísmicos, erupciones u otros eventos naturales. Rupturas por deslizamientos de tierra provocadas por lluvias en zonas alteradas.

Fuente: Calao, J. R. (2007). Caracterización de la industria petrolera: tecnologías disponibles para la prevención y mitigación de impactos ambientales (p. 22).

Comparando las etapas de la producción con las otras actividades en un solo cuadro se les dio tres niveles de importancia según su grado de complejidad y afectación ambiental (Bajo 1, Medio 3, Alto 5). También se observó que la explotación usando el método del *fraking* es la actividad más compleja desde el punto de vista de afectación ambiental (tabla 32).

Tabla 32. Comparación entre actividades de producción.

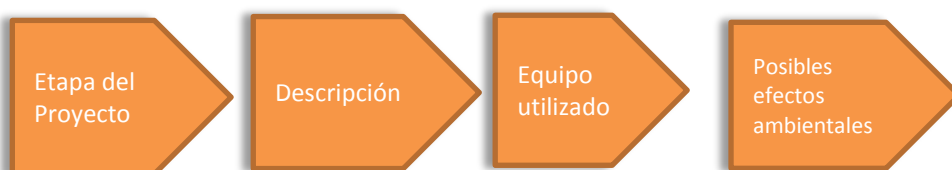
Etapa	Actividades Principales	Observaciones	producción petrolera					
			MI	IA	Métodos termales.			
					EC	VA	DG	FK
Planeación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Igual valoración para cualquier método; por ejemplo, por multilateral	18	18	18	18	18	18
Vías, localización, planeación o adecuación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Igual valoración para cualquier método, por ejemplo por multilateral	47	47	47	47	47	47
Facilidades de superficie	Ya evaluadas en la etapa de perforación " montaje de equipos"	Igual valoración para cualquier método; por ejemplo, por multilateral	9	9	9	9	9	9
Tendido flujos de línea y producción	Movilización	Valores de contaminación	1	1	1	1	1	1
	Localización y replanteo	Valores de contaminación	1	1	1	1	1	1
	Instalación de campamentos	Valores de contaminación	3	3	3	3	3	3
	Conformación derecho de vía	Valores de contaminación	3	3	3	3	3	3
	Acopio manejo y soldadura de tubería	Valores de contaminación	1	1	1	1	1	1
	Instalación de tubería	Valores de contaminación	1	1	1	1	1	1
	Prueba hidráulica o neumática	Valores de contaminación	1	3	3	3	3	5
	Reconformación y recuperación de derecho de vía	Afectación ambiental	5	5	5	5	5	5
Restauración y abandono	Valores de contaminación	1	3	3	3	3	5	
edificios	Movilización	Valores de contaminación	5	5	5	5	5	5
	Instalación de campamentos	Ajustes y cantidades	5	5	5	5	5	5
	Construcción	Ubicación y utilización	1	1	1	1	1	1
	Conexión a redes de servicios	Cantidad e importancia	1	1	1	1	1	1
	Terminación	Transporte de personal y equipo	1	1	1	1	1	1
	Paisajismo	Adecuación de áreas	1	1	1	1	1	5
Perforación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Igual valoración para cualquier método	19	19	19	19	19	19
Gestión de residuos sólidos	Gestión de las aguas residuales industriales	Grado de contaminación cantidad	3	5	5	5	5	5
	Gestión ambiental de los residuos sólidos	Igual valoración para cualquier método, por ejemplo por multilateral	11	11	11	11	11	11
	Control de emisiones a la atmósfera	Equipos usados dificultad de uso	3	3	3	3	3	5
Prueba de producción	Preparación de la prueba	Facilidad de la prueba	1	1	1	1	1	1
	Control de emergencias	Plan de emergencia	1	1	1	1	1	1
	Tratamiento y disposición de residuos	De acuerdo con la afectación	1	1	3	3	3	5
Servicios	Extracción de fluidos	Guía desarrollo de campos petroleros	1	1	3	3	3	5
	Tratamiento de fluidos	Guía desarrollo de campos petroleros	1	1	3	3	3	5
	Planificación y ejecución del abandono de campo		35	35	35	35	35	35
Desmantelamiento	Manejo de las relaciones con la comunidad	Guía desarrollo de campos petroleros	5	5	5	5	5	5
	Evaluación ex post	Guía desarrollo de campos petroleros	5	5	5	5	5	5
		Impacto por cantidad de pozos	50	50	50	50	50	50
			24	24	25	25	25	26
			1	7	3	3	3	9

MI = técnica de minería, IA = inyección de agua, EC = estimulación cíclica, VA = vapor de agua, DG = drenaje gravitacional, FK = técnica del *fracking*.

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta información se construyeron las principales etapas de un proyecto de producción para los métodos de minería, inyección de agua y métodos termales (la estimulación cíclica con vapor de agua, el desplazamiento por vapor de agua, el método de drenaje gravitacional asistido por vapor y la técnica del *fracking*). El equipo empleado y las posibles alteraciones ambientales se observan en la tabla 33.

Tabla 33. Operación en campo, proyectos de producción por los métodos de técnica de minería, inyección de agua, métodos termales “estimulación cíclica, vapor de agua, drenaje gravitacional y técnica del *fracking*.”



Planeación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	No requiere	Expropiaciones, presión, violencia, amenazas, corrupción, división de organizaciones, intervención en la vegetación para la topografía.
Vías, localización, planeación o adecuación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Maquinaria pesada	Cuando son zonas vírgenes se incentiva la colonización.
Facilidades de superficie	Ya evaluadas en la etapa de perforación, " montaje de equipos"	Maquinaria pesada	Contaminación por manipulación de herramientas
Tendido flujos de línea y producción	Contaminación de aire, suelos y fuentes hídricas.	Maquinaria pesada	Interrupción de flujos de agua, inundaciones, estancamiento de aguas, perturbación de cauces en los ríos.
Edificios	Movilización, adecuación construcción del campamento, conexión a redes terminación y paisajismo	Maquinaria pesada	Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, erosión y riesgos de deslaves por remoción de tierra, compactación de los suelos.
Perforación	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Maquinaria pesada	Contaminación del agua por aceites, lodos, desechos sólidos, desplazamiento de fauna por efecto del ruido o del calor.
Gestión de residuos sólidos	Ya evaluadas en la etapa de perforación	Maquinaria pesada	Pérdida de cultivos, de la fertilidad del suelo y de la biodiversidad
Prueba de producción	Preparación de la prueba, control de emergencias, tratamiento y disposición de residuos	Maquinaria pesada	Riesgos de rupturas por sismos o actividad volcánica. Derrames accidentales debidos al goteo en sitio de válvulas.
Servicios	Recolección y toma de muestras para análisis geoquímicos o testigos de muestra, según sea el caso	Computador	Presencia de una gran cantidad de trabajadores. Rupturas accidentales o provocadas.
Desmantelamiento	Desmantelamiento	Herramientas manuales	Incendios, derrames y accidentes por robo de combustible. Sabotaje por ser infraestructura estratégica y vulnerable.

Fuente: elaboración propia.

3.4 Desmantelamiento, recuperación ambiental, abandono y evaluación ex post para las diferentes actividades petroleras

Esta etapa comprende dos actividades importantes; por una parte, el plan de abandono y restauración y, por otra, la evaluación ex post, que es la revisión, verificación y corrección de los resultados.

El objetivo es permitir un plan para el desmantelamiento ordenado en cada una de las actividades del proyecto, así como iniciar la recuperación de los efectos causados por las diferentes actividades desarrolladas por su desmonte.

3.4.1 Principales actividades en el desmantelamiento

En cada etapa de las actividades de exploración, perforación y producción es necesario desmontar, guardar y retirar los equipos utilizados, las estructuras de concreto, las líneas telefónicas y eléctricas, recuperar las áreas ocupadas, realizar la limpieza, remoción y disposición final de escombros y residuos,

En la producción y el procesamiento se incluyen equipos como serpentinas, reparadores, calentadores, tanques de deshidratación, tanques de almacenamiento, bombas, compresores, generadores, cables de instrumentación y eléctricos y cercas, por lo que antes de iniciar el desmantelamiento es necesario revisar su estado al momento de apagarlos y desconectarlos, con el fin de reutilizarlos, reciclarlos o rentarlos.

Concluido el desmantelamiento se hace una inspección detallada del área para evaluar el alcance de la limpieza y la restauración ambiental, paisajística, los focos de erosión y revegetalización, además es necesario iniciar el desmonte de las relaciones con la comunidad.

3.4.2 Principales actividades del abandono y restauración

El plan de restauración y abandono se debe establecer desde el comienzo y tiene como actividades principales las que aparecen a continuación.

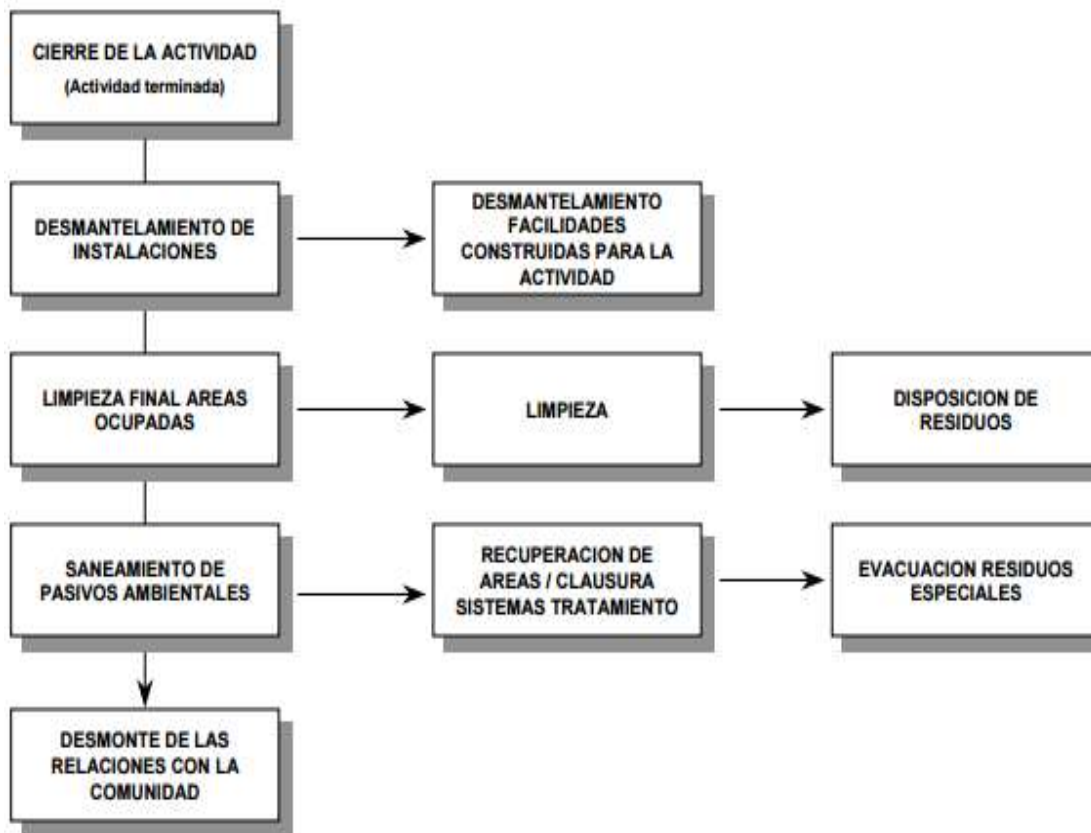


Ilustración 16. Componentes del plan de restauración y abandono del campo.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 169).

Más información sobre este tema aparece en el anexo 1 “Etapas de un plan de abandono y restauración en las diferentes actividades petroleras”.

3.4.3 Desmantelamiento

El objeto del desmantelamiento es asegurar que las instalaciones abandonadas en el sitio no sean peligrosas para la población y el medio ambiente, por tal motivo se debe tener presente esta actividad.

Las etapas que se deben cumplir durante el desmantelamiento y abandono son inherentes a las actividades de exploración, perforación y producción, en las tablas 34 y 35 se sintetizan las principales etapas del desmantelamiento.

Tabla 34. Principales etapas del desmantelamiento durante la actividad de exploración petrolera.

Actividades de desmantelamiento y abandono	Exploración petrolera					
	Geofísica				Geológica	Geoquímica
	Gravimetría	Magnetometría	Perfil eléctrico	Sismografía		
Material distribuido	Remoción, clasificación y disposición adecuada de material ubicado en las líneas recolectoras que se hayan usado como señalización.					
	Restitución del estado original de las cercas intervenidas.					
Las operaciones incluyen el abandono de las instalaciones de obras civiles	Limpieza para remover residuos de cables, cimientos y estructuras enterradas.					
	Abandono y remoción completa de acuerdo con el propósito final y uso de la tierra.					
abandono de equipos superficiales y tuberías	Se remueven o taponan las líneas abandonadas.					
	La remoción, corte o sellamiento de equipos contaminados se debe llevar a cabo con el respectivo sello y etiquetado para disponer.					
	Durante la remoción de transformadores, sistemas eléctricos e instrumentos se sellan y etiquetan los equipos para su posterior disposición.					
Edificios	Se desmantelan los volantes o sitios alternos establecidos por la compañía para el alojamiento del personal que laboró en el desarrollo del proyecto.					
	Recuperación del paisajismo					
Desmantelamiento	Manejo de las relaciones con la comunidad					
	Evaluación ex post					

Fuente: Elaboración propia.

Las etapas de desmantelamiento y abandono en las actividades de perforación y producción son muy parecidas, salvo por los volúmenes de material residual que se produce entre una y otra, así como las dimensiones que se manejan en maquinaria, equipo y personal (tabla 35).

Tabla 35. Principales etapas del desmantelamiento y abandono durante las actividades de perforación y producción petrolera.

Actividades de desmantelamiento y abandono	Perforación petrolera				Producción petrolera			
	Rotativa	Multilateral	Técnica de minería	Inyección de agua	Métodos termales.			
					Estimulación cíclica	Vapor de agua	Drenaje gravitacional	Técnica de <i>fracking</i>
Cierre de pozos	Cierre del pozo con estructura de cemento.							
	Evitar la circulación de fluidos contaminantes.							
	Llenado del pozo con agua potable, de acuerdo con las autoridades locales.							
	Corte de la sarta de revestimiento a mínimo un metro por debajo de la elevación final.							
	Taponamiento de la tubería de lechada de cemento y soldadura en el extremo.							
	Desmonte, etiquetado y sellamiento del pozo.							
Abandono y remoción completa de las estructuras	Abandono in situ de estructuras, plataformas y cimientos destinados para disponer y no reutilizar.							
	Limpieza para remover residuos de cimientos y estructuras enterradas.							
Edificios	Se desmantelan los volantes o sitios alternos establecidos por la compañía para el alojamiento del personal que laboró en el proyecto.							
Abandono de equipos superficiales y tuberías	Se remueven o taponan las líneas abandonadas. Se hace la limpieza y purga de tuberías.							
	Se recomienda deshidratar los lodos usados y los residuos no contaminantes para reducir su volumen y los costos de disposición.							
	La remoción de químicos, cortes y desechos tóxicos se lleva a cabo por medio de la descontaminación, envasado, sellado y etiquetado en tanques o barriles para su respectiva disposición final.							
	Durante la remoción de transformadores, sistemas eléctricos e instrumentos se sellan y etiquetan los equipos para su posterior disposición.							
	En el caso de líneas de flujo y tuberías, se hace pasar agua para remover residuos y se cortan las líneas sobre la superficie de la tierra para venderlos como chatarra.							
	Para realizar un reciclaje de estos compuestos de debe tener en cuenta la potencialidad los posibles clientes y el uso. Para transportarlos se debe almacenar, sellar y etiquetar.							
	Se deben proveer las áreas de disposición de lodos y demás residuos generados durante la limpieza.							
Evacuación de residuos especiales a zonas autorizadas	Las áreas utilizadas para rellenos sanitarios se deben señalar, reconformar y estabilizar.							
	Los depósitos de residuos peligrosos deben desocuparse y el material recuperado se entrega a la empresa especializada en esta actividad.							
	En el caso de letrinas, sanitarios y pozos sépticos el relleno se hace con material proveniente de la excavación.							
Clausura de los sistemas de tratamiento de residuos	Se deben colocar y asegurar las tapas con el fin de evitar posteriores accidentes							
	Revegetar zonas de piscinas y áreas afectadas.							
	Se debe garantizar la estabilidad geotécnica de las áreas intervenidas y recuperar áreas para actividades económicas, agrícolas o ambientales, Por lo general, se siembran especies nativas, acompañadas de especies vivas para evitar la escorrentía y controlar el arrastre de sedimentos en la locación.							
	La reconformación de taludes afectados, la reforestación con especies propias de la región, la empradización, plantación y fertilización son actividades que cobran especial interés.							
Desmantelamiento	Manejo de las relaciones con la comunidad							
	Evaluación ex post							

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Evaluación ex post

Esta evaluación es importante para determinar la eficacia del plan de manejo ambiental, establecer los impactos residuales imputables a la actividad y otros no previstos en la evaluación de impacto ambiental; además, para generar información que permita retroalimentar el impacto en las actividades petroleras.

Entre los elementos del medio ambiente objeto de esta evaluación tenemos el agua superficial y subterránea, el aire, el suelo, la vegetación, las comunidades, las administraciones locales y las organizaciones e instituciones garantes ubicadas en el área de influencia del campo.

Es importante mencionar que para las actividades de exploración, perforación y producción los componentes de la evaluación ex post son los mismos, de acuerdo con las tablas 36 y 37.

Tabla 36. Componentes de la evaluación ex post 1.

OBJETO DE LA EVALUACION	OBJETIVOS DE LA GESTION AMBIENTAL	DETERMINACION DE CAMBIOS EN LA CALIDAD	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION
RECURSO AGUA	Preservar la calidad de los cuerpos de agua superficiales potencialmente afectados por las actividades del campo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alteraciones (negativas) de la calidad fisicoquímica y bacteriológica. 2. Desestabilización de orillas. 3. Disposición de residuos sobre los cuerpos de agua. 4. Alteración de áreas de nacimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de muestras para análisis fisicoquímico y bacteriológico, en los cuerpos de agua establecidos en el PMA. • Inspección de áreas con nacimientos. 	No hay cambios de calidad imputables al proyecto, cuando se comparan resultados de monitoreos e inspecciones con los estudios del medio físico (línea base) del EIA.
RECURSO SUELO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prevenir el deterioro del suelo y sus recursos, reduciendo el espacio ocupado por las actividades. 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 y demás operaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extensión de las áreas ocupadas por las actividades del proyecto. 2. Presencia de contaminaciones, depósitos de residuos, etc. 3. Desestabilización del terreno por las obras civiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la extensión de las áreas ocupadas por la actividad. • Inspección para verificar estado y presencia de inestabilidades • Inspección de áreas para verificar desmantelamiento y restauración. 	No hay cambios de calidad imputables al proyecto cuando se comparan resultados de inspecciones con los estudios del medio físico (línea base) del EIA.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 175).

Tabla 37. Componentes de la evaluación ex post 2.

OBJETO DE LA EVALUACION	OBJETIVOS DE LA GESTION AMBIENTAL	DETERMINACION DE CAMBIOS EN LA CALIDAD	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION
VEGETACION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minimizar el daño a la vegetación en las áreas que van a ser intervenidas por el proyecto 2. Mitigar los efectos causados, mediante la revegetación de las áreas afectadas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extensión de las áreas afectadas por el corte de vegetación. 2. Cantidad y calidad de la biomasa removida. 	Determinación de la extensión de las áreas revegetalizadas con especies nativas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todas las áreas afectadas que lo requieran deben revegetalizarse. 2. El nivel de éxito de la revegetalización debe ser superior al 90% (mortalidad inferior al 10%).
POBLACION ASENTADA	Establecer y mantener una relación armónica.	Conflictos sociales locales y regionales	Requerimientos de la situación actual	Comunidad organizada y ciudadanos, comunidades étnicas
ORGANIZACIONES LOCALES Y CIVILES	Contar con el aval de las veedurías ciudadanas.	Dificultades y demandas policiales	Posibilidad y probabilidad de que, por situaciones de este orden, se presenten.	Veedurías ciudadanas

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 176).

3.4.4.1 Aspectos metodológicos de la evaluación ex post

Esta evaluación utiliza diferentes metodologías, dependiendo del componente que se estudia y de los objetivos propuestos para el análisis. En este caso es necesario: a) La toma de muestras puntuales para el análisis fisicoquímico y bacteriológico cuando se trate, por ejemplo, de la evaluación de calidad de los cuerpos de agua potencialmente afectados. El muestreo se hace sobre las corrientes que haya identificado el PMA o que determine el Ministerio del Medio Ambiente al otorgar la licencia ambiental o cuando se establezca en el Plan de Manejo Ambiental. b) La inspección de áreas afectadas para establecer efectos visibles, tales como inestabilidad del terreno, inestabilidad de orillas en cuerpos de agua, etc.). Observación y medición de la dinámica social en el área de influencia del proyecto.

4 Análisis de la información, diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), Evaluación de impacto ambiental (EIA) y Plan de manejo ambiental (PMA)

Para analizar las variables que intervienen en un DAA, un PMA o una EIA, su clasificación, importancia o valores de incidencia, es necesario conocer el nivel de impacto del proyecto, ya que de este dependen las metodologías que se deben implementar (tabla 38), Por ejemplo, en los proyectos de alto impacto se utilizan metodologías más sofisticadas que en los proyectos de bajo impacto, ver tabla 38.

Tabla 38. Metodologías empleadas para diferentes tipos de proyectos.

	NIVEL BAJO DE SOFISTICACIÓN	NIVEL MODERADO DE SOFISTICACIÓN	NIVEL ALTO DE SOFISTICACIÓN
Descripción	Metodologías estándar que básicamente involucran organización y manipulación de información, a fin de facilitar la comprensión del medio ambiente.	Metodologías relativamente nuevas en términos de su adopción y utilización, pero que son en esencia viejas metodologías aplicadas en otras ciencias.	Metodologías que han evolucionado en campos altamente técnicos, tales como la ingeniería y el software desarrollado para suplir las necesidades de evaluación ambiental.
Algunos ejemplos	Métodos de identificación: <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Ad hoc</i> ■ Lista de chequeo ■ Matrices ■ Redes ■ Sobreposición. 	Métodos de identificación: <ul style="list-style-type: none"> ■ sistemas cartográficos ■ Comparación de normas Métodos basados en indicadores e integración de la evaluación: <ul style="list-style-type: none"> ■ Método de Holes ■ Método de la U. de Georgia Métodos cuantitativos: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sistema Battelle ■ Metodología Conesa Métodos de simulación: <ul style="list-style-type: none"> ■ Modelos de predicción 	Sistemas de información geográfica: <ul style="list-style-type: none"> ■ Modelaje espacial.
Estudio ambiental y tipo de proyecto	DAA de cualquier tipo de proyecto; EIA o PMA de proyectos que pueden producir pequeños impactos	EIA o PMA, de proyectos que pueden producir grandes impactos	EIA o PMA, de proyectos que pueden producir grandes impactos.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manual de evaluación de estudios ambientales (p. 164).

4.1 Determinación del estudio ambiental requerido DAA, EIA o PMA

Para determinar un diagnóstico ambiental de alternativas, una Evaluación de Impacto Ambiental o un Plan de Manejo Ambiental existen dos manuales de evaluación de estudios ambientales, un borrador de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y el documento del Ministerio del Medio Ambiente. En este trabajo se optó por seguir el segundo de los citados, debido a que allí aparecen los criterios para elaborar el procedimiento cuando se requiere uno u otro estudio.

4.1.1 Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir un DAA

En el Manual de evaluación de estudios ambientales aparece el diagrama de flujo para determinar el requerimiento de un DAA, así como un resumen de los proyectos más susceptibles de requerir un estudio ambiental de alternativas (ANEXO I Determinación de la necesidad de estudio ambiental DAA)

Con el fin de definir la necesidad o no de un DAA se adopta la lista de chequeo para evaluar caso a caso y el formato sugerido por el Ministerio del Medio Ambiente para tal fin (tabla 39).

Tabla 39. Lista de chequeo para evaluar caso a caso 1.

Preguntas por considerar		Sí / No / ?	¿Por qué?
Breve descripción del proyecto:			
1	¿La construcción u operación del proyecto implica acciones que causarán cambios físicos en la localidad (topografía, uso del suelo, cambios en cuerpos de agua, etc.)?		
2	¿La construcción u operación del proyecto requiere recursos naturales como suelo, agua, biota o energía, o especialmente algún recurso, no renovable escaso?		
3	¿El proyecto implica uso, almacenamiento, transporte, manejo o producción de sustancias o materiales que puedan ser nocivos para la salud humana o el ambiente, o incrementa actuales riesgos en la salud humana?		
4	¿El proyecto produce residuos sólidos durante la construcción, operación o desmantelamiento?		
5	¿El proyecto libera contaminantes o alguna sustancia peligrosa, tóxica o nociva al aire?		
6	¿El proyecto causa ruido y vibración o descarga luz, calor, energía o radiación electromagnética?		
7	¿El proyecto introducirá riesgos de liberación de contaminantes al suelo o a las aguas superficiales, subterráneas, costeras o al océano?		
8	¿Habrán riesgos de accidentes durante la construcción u operación del proyecto que puedan afectar la salud humana o el ambiente?		
9	¿El proyecto modifica algunos aspectos sociales, como demografía, actividades tradicionales o empleo?		
10	¿Existe algún otro factor que deba considerarse como consecuencia de las actividades y que pueda representar potenciales efectos ambientales o impactos acumulativos o que interfiera con otra actividad existente o proyectada en la localidad?		
11	¿Existen en las inmediaciones del proyecto, áreas de protección ecológica, paisajística, cultural o de otro valor dentro de la legislación local, nacional o internacional?		
12	¿Existen áreas sensibles o ecológicamente importantes en las inmediaciones del sitio del proyecto, por ejemplo: cursos u otros cuerpos de agua, zonas costeras, montañas, bosques o suelos agrícolas, que puedan verse afectados por el proyecto?		
13	¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen áreas que estén siendo usadas para la protección de especies de flora o fauna sensibles o importantes, como cría, anidación, protección, migración de especies de fauna que puedan verse afectadas por el proyecto?		
14	¿Hay aguas continentales, costeras, marinas o subterráneas cerca del sitio del proyecto que puedan verse afectadas?		
15	¿Existen algunas áreas o aspectos de alto valor paisajístico que puedan verse afectados por el proyecto?		
16	¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen rutas o caminos que estén siendo usados por el público para acceder a sitios de recreación, trabajo u otras actividades cotidianas que puedan verse afectadas por el proyecto?		

Preguntas por considerar		Sí / No / ?	¿Por qué?
17	¿Existen rutas de transporte que sean susceptibles de congestionarse o que puedan generar problemas ambientales a causa del proyecto?		
18	¿El proyecto se localizará en un sitio donde probablemente sea altamente visible para muchas personas?		
19	¿Existen áreas o factores de importancia histórica o cultural en las cercanías del proyecto que puedan verse afectadas por el proyecto?		
20	¿En el área de influencia del proyecto hay presencia de comunidades étnicas?		
21	¿Induce el proyecto el movimiento migratorio, reasentamientos, relocalización de familias?		
22	¿En las inmediaciones del proyecto existen usos del suelo que puedan verse afectados por el proyecto?		
23	¿Existen planes de uso futuro de suelo que puedan verse afectados por el proyecto?		
24	¿Existen áreas densamente pobladas o en desarrollo que puedan verse afectadas por el proyecto?		
25	¿En las inmediaciones del proyecto existen instalaciones sensibles, por ejemplo: hospitales, escuelas, sitios de trabajo o instalaciones comunitarias, que puedan verse afectadas por el proyecto?		
26	¿Existen, en las inmediaciones del proyecto algunas áreas con alta calidad ambiental o con escasez de recursos, como por ejemplo: aguas subterráneas, aguas superficiales, bosques, agricultura, recursos pesqueros, turismo o recursos minerales, que puedan verse afectadas con el proyecto?		
27	¿En las inmediaciones del proyecto existen áreas que en la actualidad están siendo objeto de contaminación o deterioro ambiental, y cuyo estado puede ser agudizado por el proyecto? (Por ejemplo: donde existan estándares o normas ambientales excedidas).		
28	¿El proyecto se localizará en un sitio de alto riesgo susceptible de terremotos, hundimientos, deslizamientos, erosión, inundación o condiciones climáticas extremas que puedan inducir al proyecto a presentar problemas ambientales?		

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manuales de Evaluación de Estudios Ambientales (pp. 51-54).

Interpretación

Si predominan los efectos de sí o de interrogantes o la suma de estos dos es mayor al 50% se adopta por hacer un DAA²⁹. De esta forma en toda actividad petrolera se puede hacer el análisis para saber si es necesario hacer un Diagnóstico Ambiental de Alternativas o no.

²⁹ Ministerio del Medio Ambiente, (2002), p. 48.

Una vez hecho el diagnóstico DAA se seleccionan las alternativas, se marcan las diferencias entre ellas y se escoge la más favorable.

La comparación de alternativas debe hacerse teniendo en cuenta, por lo menos, los siguientes aspectos³⁰:

- Uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales renovables.
- Riesgos ambientales.
- Impactos reversibles e irreversibles.
- Planes de manejo.
- Estudios complementarios.
- Parámetros constructivos.
- Parámetros operativos.

Esta comparación debe resaltar las ventajas y desventajas técnicas, económicas y ambientales de cada alternativa contemplada, incluyendo el escenario “sin proyecto”, dentro del cual se trata de dimensionar para la región el costo/beneficio de la ejecución de cada alternativa.

4.1.1.1 Contenidos básicos de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA)

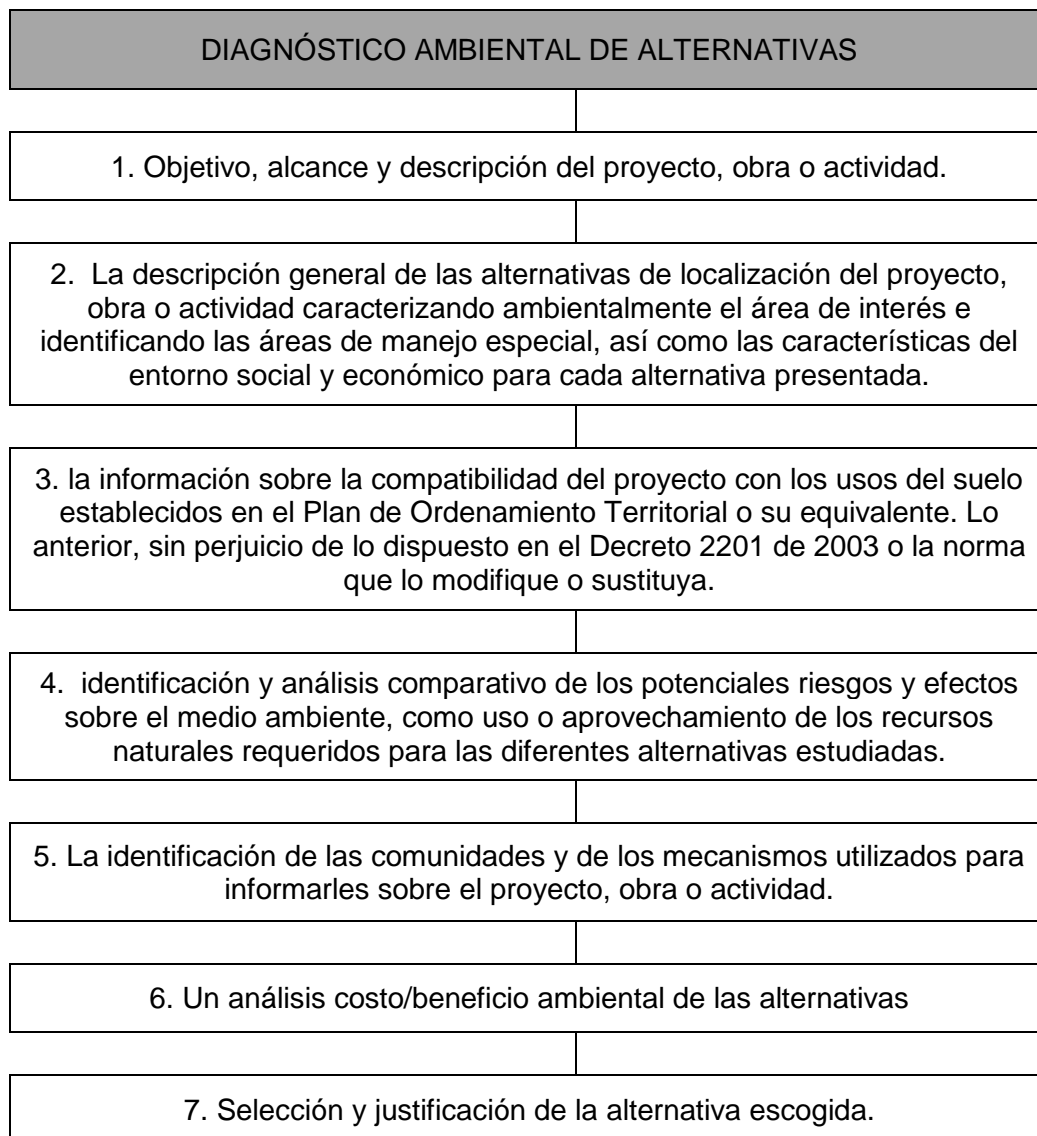
Este instrumento suministra información para evaluar las diferentes opciones que presenta el peticionario, con el fin de desarrollar su proyecto a partir del pronunciamiento emitido por la autoridad ambiental.

De acuerdo con el Capítulo I Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Artículo 19. Contenido básico del diagnóstico ambiental de alternativas, éste se debe elaborar de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto. En concordancia con lo anterior, un Diagnóstico Ambiental de Alternativas debe contener al menos lo mencionado en la tabla 40, contenido básico de un DAA³¹.

³⁰ Ministerio del Medio Ambiente, Op cit, p. 172

³¹ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2015), p. 191.

Tabla 40. Contenido básico de un DAA.



Fuente: Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible (2015). Decreto 1076 de 2015 (p. 192).

Artículo 20. Criterios para la evaluación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA). La autoridad ambiental revisará el estudio con base en el Manual de Estudios Ambientales de Proyectos del artículo 16 del presente decreto. Así mismo, evaluará que el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) cumpla con lo establecido en los artículos 14, 17 y 19 del presente decreto, y además, que el

interesado haya presentado para cada una de las alternativas del proyecto, el correspondiente análisis comparativo de los impactos ambientales, especificando cuáles de estos no se pueden evitar o mitigar³².

La información del diagnóstico debe ser suficiente y relevante para optar por la mejor alternativa, que satisfaga respuestas, inquietudes y observaciones de la comunidad.

4.1.2 Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)³³

Los criterios para evaluar la necesidad o no de un EIA están determinados por la ocurrencia de efectos negativos, de acuerdo con las características de cada impacto. Por tanto, es necesario verificar cada impacto con la lista de la tabla Criterios para evaluar la importancia de los efectos negativos, y emitir un concepto favorable o desfavorable y adjuntar una explicación (tabla 41).

³² Op cit, p. 192.

³³ Ministerio del Medio Ambiente, Op cit, p. 44.

Tabla 41. Lista de chequeo para evaluar caso a caso 2.

Preguntas por considerar		Es probable que resulten efectos negativos significativos	
		Sí / No / ?	¿Por qué?
Breve descripción del proyecto:			
1	¿La construcción u operación del proyecto implica acciones que causarán cambios físicos en la localidad (topografía, uso del suelo, cambios en cuerpos de agua, etc.)?		
2	¿La construcción u operación del proyecto requiere recursos naturales como suelo, agua, biota o energía, o especialmente algún recurso, no renovable escaso?		
3	¿El proyecto implica uso, almacenamiento, transporte, manejo o producción de sustancias o materiales que puedan ser nocivos para la salud humana o el ambiente, o incrementa actuales riesgos en la salud humana?		
4	¿El proyecto produce residuos sólidos durante la construcción, operación o desmantelamiento?		
5	¿El proyecto libera contaminantes o alguna sustancia peligrosa, tóxica o nociva al aire?		
6	¿El proyecto causa ruido y vibración o descarga luz, calor, energía o radiación electromagnética?		
7	¿El proyecto introducirá riesgos de liberación de contaminantes al suelo o a las aguas superficiales, subterráneas, costeras o al océano?		
8	¿Habrán riesgos de accidentes durante la construcción u operación del proyecto que puedan afectar la salud humana o el ambiente?		
9	¿El proyecto modificará algunos aspectos sociales, como demografía, actividades tradicionales o empleo?		
10	¿Existe algún otro factor que deba considerarse como consecuencia de las actividades y que pueda representar potenciales efectos ambientales o impactos acumulativos o que interfiera con otra actividad existente o proyectada en la localidad?		
11	¿Existen en las inmediaciones del proyecto áreas de protección ecológica, paisajística, cultural o de otro valor dentro de la legislación local, nacional o internacional?		
12	¿Existen áreas sensibles o ecológicamente importantes en las inmediaciones del sitio del proyecto, por ejemplo: cursos u otros cuerpos de agua, zonas costeras, montañas, bosques o suelos agrícolas, que puedan verse afectados por el proyecto?		
13	¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen áreas que estén siendo usadas para la protección de especies de flora o fauna sensibles o importantes, como cría, anidación, protección, migración de especies de fauna que puedan verse afectadas por el proyecto?		
14	¿Hay aguas continentales, costeras, marinas o subterráneas cerca del sitio del proyecto que puedan verse afectadas?		
15	¿Existen algunas áreas o aspectos de alto valor paisajístico que puedan verse afectados por el proyecto?		
16	¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen rutas o caminos que estén siendo usadas por el público para acceder a sitios de recreación, trabajo u otras actividades cotidianas que puedan verse afectados por el proyecto?		

Preguntas por considerar		Es probable que resulten efectos negativos significativos	
		Sí / No / ?	¿Por qué?
17	¿Existen rutas de transporte que sean susceptibles de congestionarse o que puedan generar problemas ambientales a causa del proyecto?		
18	¿El proyecto se localizará en un sitio donde probablemente sea altamente visible para muchas personas?		
19	¿Existen áreas o factores de importancia histórica o cultural en las cercanías del proyecto que puedan verse afectadas por el proyecto?		
20	¿En el área de influencia del proyecto hay presencia de comunidades étnicas?		
21	¿Induce el proyecto el movimiento migratorio, reasentamientos, relocalización de familias?		
22	¿En las inmediaciones del proyecto existen usos del suelo que puedan verse afectados por el proyecto?		
23	¿Existen planes de uso futuro de suelo que puedan verse afectados por el proyecto?		
24	¿Existen áreas densamente pobladas o en desarrollo que puedan verse afectadas por el proyecto?		
25	¿En las inmediaciones del proyecto existen instalaciones sensibles, por ejemplo: hospitales, escuelas, sitios de trabajo o instalaciones comunitarias, que puedan verse afectadas por el proyecto?		
26	¿Existen, en las inmediaciones del proyecto, algunas áreas con alta calidad ambiental o con escasez de recursos, como por ejemplo: aguas subterráneas, aguas superficiales, bosques, agricultura, recursos pesqueros, turismo o recursos minerales, que puedan verse afectadas con el proyecto?		
27	¿En las inmediaciones del proyecto existen áreas que en la actualidad están siendo objeto de contaminación o deterioro ambiental, y cuyo estado puede ser agudizado por el proyecto? (Por ejemplo: donde existan estándares o normas ambientales excedidas).		
28	¿El proyecto se localizará en un sitio de alto riesgo susceptible de terremotos, hundimientos, deslizamientos, erosión, inundación o condiciones climáticas extremas que puedan inducir al proyecto a presentar problemas ambientales?		

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manuales de evaluación de estudios ambientales (pp. 51-54).

Interpretación

Las preguntas están diseñadas de tal modo que el SÍ generalmente apunta hacia la necesidad de un EIA y el NO indica que no se requiere una EIA, Si predominan los efectos de SI o de interrogantes, o la suma de estos dos es mayor al 50%, se adopta por hacer una EIA.

En el Manual de evaluación de estudios ambientales también se encuentran los criterios para evaluar la importancia de los efectos negativos y el contenido

característico de los estudios ambientales (ANEXO III Importancia de los efectos negativos y el contenido característico de los estudios ambientales EIA)

4.1.2.1 Contenidos básicos de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

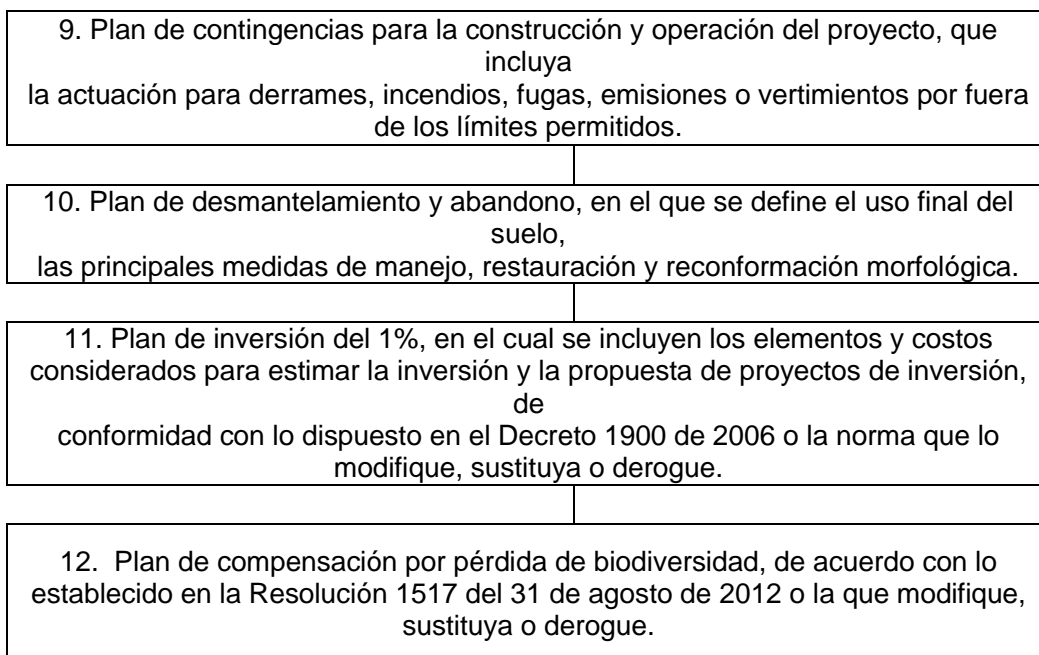
Este instrumento suministra información para evaluar las diferentes opciones que presenta el peticionario, con el fin de poder desarrollar su proyecto a partir del pronunciamiento emitido por la autoridad ambiental.

De acuerdo con el Capítulo II Estudio de Impacto Ambiental, Artículo 21, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) 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 que, de acuerdo con la ley y el presente reglamento, se requiera. Este estudio se debe elaborar de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto, el cual debe incluir como mínimo³⁴ lo que se menciona en la tabla 42.

³⁴ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Op cit, p. 192 y 193.

Tabla 42. Contenido básico de un EIA.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
1. Información del proyecto relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás datos que se consideren pertinentes.
2. Caracterización del área de influencia del proyecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto. Se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la captación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.
4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y el análisis de riesgos.
5. Zonificación de manejo ambiental definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las de intervención con restricciones y las de intervención.
6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto.
7. Plan de Manejo Ambiental del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.
8. Programa de seguimiento y monitoreo para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.



Fuente: Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible (2015). Decreto 1076 de 2015 (p. 192).

Parágrafo 1°. El Estudio de Impacto Ambiental para las actividades de perforación exploratoria de hidrocarburos deberá adelantarse sobre el área de interés geológico específico que se declare, siendo necesario incorporar en su alcance, entre otros aspectos, un análisis de la sensibilidad ambiental del área

Título V, Artículo 22. Criterios para la evaluación del estudio de impacto ambiental. La autoridad ambiental competente evaluará el estudio con base en los criterios generales definidos en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales de proyectos. Así mismo, deberá verificar que éste cumple con el objeto y contenido establecidos en los artículos 14 y 21 del presente decreto; contenga información relevante y suficiente acerca de la identificación y calificación de los impactos, especificando cuáles de ellos no se podrán evitar o mitigar, así como las medidas de manejo ambiental correspondientes.

Lo anterior sin perjuicio de tramitar y obtener los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales a que haya lugar por el uso o aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

4.1.3 Criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir un Plan de Manejo Ambiental (PMA)

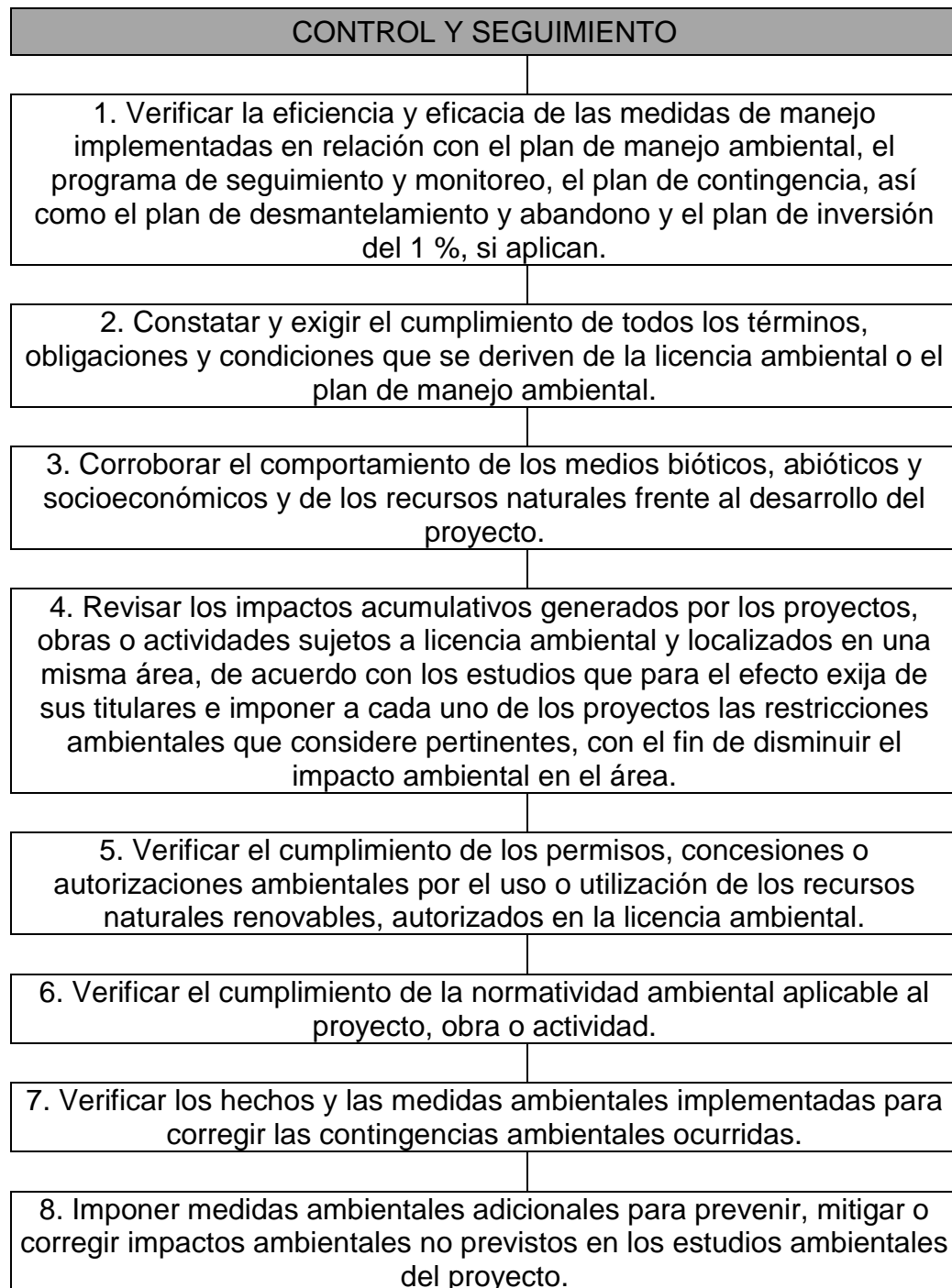
Los criterios para evaluar la necesidad o no de un PMA están sujetos a la necesidad o no de un EIA; por tanto, es necesario verificar la necesidad o no de un EIA y emitir un concepto sobre la necesidad de implementar un PMA.

4.1.3.1 Contenidos básicos de un Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Este instrumento suministra información para evaluar las diferentes opciones que presenta el peticionario, con el fin de poder desarrollar su proyecto a partir del pronunciamiento emitido por la autoridad ambiental.

Titulo VI, Artículo 40. Control y seguimiento. Los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental o plan de manejo ambiental serán objeto de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales. Las actividades básicas de un plan de monitoreo y seguimiento aparecen en la tabla 43.

Tabla 43. Actividades básicas de un plan de monitoreo y seguimiento.



Fuente: Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible (2015). Decreto 1076 de 2015 (p. 212).

En el desarrollo de dicha gestión, la autoridad ambiental podrá realizar, entre otras actividades, visitas al lugar donde se desarrolla el proyecto, hacer requerimientos, imponer obligaciones ambientales, corroborar técnicamente o a través de pruebas los resultados de los monitoreos realizados por el beneficiario de la licencia ambiental o plan de manejo ambiental.

Frente a los proyectos que pretendan iniciar su fase de construcción, de acuerdo con su naturaleza, la autoridad ambiental deberá realizar una primera visita de seguimiento al proyecto en un tiempo no mayor a dos (2) meses después del inicio de actividades de construcción.

El contenido básico de un desmantelamiento y abandono se encuentran en el ANEXO IV.

4.1.3.2 Principales manejos ambientales que se realizan en la industria petrolera

- Manejo de residuos sólidos: se manejan los residuos sólidos no peligrosos (domésticos o industriales) y los peligrosos (los que se presentan en el corte de perforación).
- Acumulación de residuos aceitosos.
- Tamales o encapsulamiento.
- Biorremediación, entre otros. La contaminación también se presenta como producto de derrames.
- Manejo de derrames en aguas dulces y en tierra.
- Escapes en la cabeza del pozo. Una forma de prevenir este daño es construyendo diques o zanjas en las áreas de almacenamiento.
- Muros contrafuego alrededor de tanque de almacenamiento.
- Trampas en caños o puntos de control.
- Manejo de aguas de producción y residuales.
- Manejo de aguas superficiales.
- Control de aguas de inyección.
- Reinyección de pozos.
- Recuperación secundaria.
- Construcción de instalaciones para el tratamiento de lodos activos.
- Construcción de estanques de almacenamiento.
- Manejo de las aguas residuales
- Manejo de emisiones.

4.2 Teoría acerca de algunas metodologías empleadas para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), en este trabajo se emplean las siguientes metodologías: método comparativo con las normas colombianas vigentes, la matriz de Leopold y el método de Battelle-Columbus.

Con la ayuda de Excel y la herramienta Visual Basic Application se elaboran los formularios para la aplicación de las metodologías mencionadas.

4.2.1 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método comparativo con las normas colombianas

Con base en la revisión de los siguientes documentos: la Resolución 627 de 2006, en cuanto a la emisión de ruidos; la Resolución 610 de 2010, en lo referente a la contaminación del aire, y el Decreto 1594 de junio 26 de 1984 sobre contaminación de aguas y vertimientos (ANEXO IV Insumo método comparativo con las normas colombianas) se sugiere la siguiente lista de chequeo con las normas establecidas.

4.2.1.1 Método (EIA) normas colombianas, Resolución 627 de 2006

El contenido mínimo que debe tener el informe técnico de las mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental del Artículo 21 se presenta a continuación (tabla 44).

Tabla 44. Medición del ruido.

Ficha informe técnico de medición de ruido

1. información general
 Sitio de medición de niveles de presión sonora diurnos. _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición _____ Hora inicial: _____

2. información de los equipos de medida
 Equipo utilizado: _____ Números de Serie del Equipo: _____ Ajuste del instrumento de Medida: _____
 Datos de Calibración: _____ Fecha de vencimiento del certificado de calibración del pistó fono _____

3. características de la medición
 Dirección del viento _____ Temperatura: _____ Humedad: _____
 Velocidad del viento _____ Presión atmosférica: _____
 Lluvia: _____

4. Resultados de la medición
 la duración del tiempo de medición es de quince minutos según se estipula en el Artículo 5° de la resolución 267, debe constar de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba. se deben realizar por lo menos 2 mediciones , uno con las fuentes ruidosas funcionando para el periodo de mayor emisión, otro sin las fuentes funcionando para determinar el ruido residual

5. medidas tomadas en campo

Emisión	distancia metros	P	hora (c/15min)	Laeq.f	Laeq.sf	l max	l min	l 5	l 10	l 50	l 90
nps leq emisión		Ln									
		Lo									
		Ls									
		Le									
		Lv									

6. Calculos

Emisión	distancia metros	P	hora (c/15min)		Leq ponderado (db)	lectura nivel equivalente db(a)	estándar máximo permisible (db)
nps leq emisión		Ln		0	1		
		Lo		0	1		
		Ls		0	1		
		Le		0	1		
		Lv					

P = posición del microfono
 LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.
 LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.
 LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.
 LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.
 LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

Laeq.f = Nivel equivalente resultante de la medición con equipos funcionando
 Laeq.sf = Nivel equivalente resultante de la medición sin equipos funcionando
 li = intensidad a diferentes distancias del objeto

Responsables del Informe: _____

Fuente: elaboración propia (ver anexo 1).

De esta manera se registran los resultados de las mediciones del ruido ambiental existente y los cálculos de ruido de las actividades proyectadas.

4.2.1.2 Análisis de la Resolución 610 de 2010

El contenido mínimo del informe técnico de las mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental del Artículo 21 se presenta en la tabla 45.

Tabla 45. Medición de contaminación del aire.

Ficha informe técnico de reporte de resultados del laboratorio								
1. información general								
Sitio de medición de contaminación del aire _____								
coordenada norte: _____		coordenada este: _____		Fecha de medición _____				
2. medidas tomadas en campo								
niveles de contaminantes tomados en campo								
muestra identificación	PST 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m3) 8 horas	
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio Aritmético								
contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos								
muestra identificación	Benceno Anual	Plomo y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Tolueno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio Aritmético								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoniaco (NH3)	Clorofenol (C6H5ClO)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano (C2H5SH)	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio Aritmético								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Monometil amina (CH5N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobenceno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H8S)	Butil mercaptano (C4H10S)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)	
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio Aritmético								

Fuente: elaboración propia.

La evaluación de la contaminación del aire se puede realizar con el siguiente formato (tabla 46).

Tabla 46. Evaluación de la contaminación del aire.

Ficha informe técnico de reporte de resultados del laboratorio								
1. información general								
Sitio de medición de contaminación del aire								
coordenada norte: _____		coordenada este: _____		Fecha de medición _____				
2. medidas tomadas en campo								
niveles de contaminantes tomados en campo								
muestra identificación	PST 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m3) 8 horas	
Promedio Aritmético								
Max. Perm. (µg/m3)	300	100	50	250	150	80	10	
Diferencia								
contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos								
muestra identificación	Benceno Anual	Plomo y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Tolueno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
Promedio Aritmético								
Max. Perm. (µg/m3)	5	0,5	1,5	5 x 10-3	1	260	1	1
Diferencia								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoniaco (NH3)	Clorofenol (C6H5ClO)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano (C2H5SH)	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
Promedio Aritmético								
Max. Perm. (µg/m3)	380	4,0	35,0	0,1	4,2	0,5	2,0	200
Diferencia								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Monometil amina (CH5N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobenceno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H8S)	Butil mercaptano (C4H10S)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)	
Promedio Aritmético								
Max. Perm. (µg/m3)	27,0	4,0	24,0	22,0	3,0	5,0	7,0	
Diferencia								

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3 Análisis del Decreto 1594 de junio 26 de 1984

Con el fin de construir los parámetros sobre los cuales se puede hacer una evaluación de impacto ambiental se revisó el Decreto 1594 de junio 26 de 1984, en cuanto al uso del agua y los residuos líquidos.

A continuación se extractan aspectos útiles para determinar los límites en el método comparativo por normas colombianas (tablas 47, 48 y 49).

Tabla 47. Medición calidad del agua.

Ficha informe técnico de reporte de resultados						
1. información general						
coordenada norte: _____		Sitio de medición puntual, agua superficial: _____		Fecha de medición: _____		
coordenada este: _____						
2. medidas tomadas en campo						
valores máximos admisibles para diferentes actividades		Valor de la medición en sitio	Límites decreto 1594 DE 1984			
Referencia	Expresado como en mg/L		Art 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Amoniaco	N		1	1	No especificado	No especificado
Arsénico	As		0.05	0.05	0.1	0.2
Bario	Ba		1	1	No especificado	No especificado
Cadmio	Cd		0.01	0.01	0.01	0.05
Cianuro	CN-		0.2	0.2	No especificado	No especificado
Cínc	Zn		15	15	2	25
Cloruros	Cl-		250	250	No especificado	No especificado
Cobre	Cu		1	1	0.2	0.5
Color	upc		75 unidades, escala Platino - cobalto	20 unidades, escala Platino - cobalto	No especificado	No especificado
Compuestos Fenólicos	Fenol		0.002	0.002	No especificado	No especificado
Cromo	Cr ⁺⁶		0.05	0.05	0.1	1
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo		No detectable	No detectable	No especificado	No especificado
Mercurio	Hg		0.002	0.002	No especificado	0.01
Nitratos	N		10	10	No especificado	ninguno
Nitritos	N		1	1	No especificado	10
pH	Unidades		5.0 - 9.0 unidades	6.5 - 8.5 unidades	No especificado	No especificado
Plata	Ag		0.05	0.05	No especificado	No especificado
Plomo	Pb		0.05	0.05	4.5 - 9.0 unidades.	0.1
Selenio	Se		0.01	0.01	5	No especificado
Sulfatos	SO ₄		400	400	0.02	No especificado
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno		0.5	0.5	No especificado	No especificado
Coliformes totales	NMP		20.000 microorganismos/100 ml.	1.000 microorganismos/100 ml.	No especificado	No especificado
Coliformes fecales	NMP		2.000 microorganismos /100 ml.	ninguno	No especificado	No especificado
Turbiedad	UJT		No especificado	10 Unidades Jackson de	No especificado	No especificado
Aluminio	Al		No especificado	No especificado	5	5
Berilio	Be		No especificado	No especificado	0.1	No especificado
Cobalto	Co		No especificado	No especificado	0.05	No especificado
Flúor	F		No especificado	No especificado	1	No especificado
Hierro	Fe		No especificado	No especificado	5	No especificado
Litio	Li		No especificado	No especificado	2.5	No especificado
Manganeso	Mn		No especificado	No especificado	0.2	No especificado
Molibdeno	Mo		No especificado	No especificado	0.01	No especificado
Níquel	Ni		No especificado	No especificado	0.2	No especificado
Vanadio	V		No especificado	No especificado	0.1	No especificado
Boro	B		No especificado	No especificado	No especificado	5
Nitratos + Nitritos	N		No especificado	No especificado	No especificado	100
Contenido de sales	Peso total		No especificado	No especificado	No especificado	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 48. Evaluación de la calidad del agua.

Ficha informe comparacion y resultados						
1. información general						
Sitio de medición puntual, agua superficial: _____						
coordenada norte: _____		coordenada este: _____		Fecha de medición: _____		
2. medidas tomadas en campo						
valores máximos admisibles para diferentes actividades		Valor de la medición en sitio	Limites decreto 1594 DE 1984			
Referencia	Expresado como en mg/L		Art 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Amoniaco	N					
Arsénico	As					
Bario	Ba					
Cadmio	Cd					
Cianuro	CN-					
Cinc	Zn					
Cloruros	Cl-					
Cobre	Cu					
Color	upc					
Compuestos Fenólicos	Fenol					
Cromo	Cr ⁺⁶					
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo					
Mercurio	Hg					
Nitratos	N					
Nitritos	N					
pH	Unidades					
Plata	Ag					
Plomo	Pb					
Selenio	Se					
Sulfatos	SO ₄					
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno					
Coliformes totales	NMP					
Coliformes fecales	NMP					
Turbiedad	UJT					
Aluminio	Al					
Berilio	Be					
Cobalto	Co					
Flúor	F					
Hierro	Fe					
Litio	Li					
Manganeso	Mn					
Molibdeno	Mo					
Níquel	Ni					
Vanadio	V					
Boro	B					
Nitratos + Nitritos	N					
Contenido de sales	Peso total					

Fuente: elaboración propia.

En caso de que existan vertimientos se consideran los datos de la tabla 49 y se comparan con los datos de los artículos 72, 73 y 74, con el fin de verificar si se cumplen los límites máximos permisibles.

Tabla 49. Evaluación de los vertimientos.

Ficha informe técnico de reporte de resultados			
1. información general			
Sitio de medición puntual, agua superficial: _____		fecha de medición: _____	
coordenada norte: _____		coordenada este: _____	
2. medidas tomadas en campo			
Referencia " Normas mínimas que debe a cumplir todo vertimiento."	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 72	
pH			
Temperatura			
Material flotante			
Grasas y aceites			
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales			
Referencia "Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento a un alcantarillado."	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 73	
pH			
Temperatura			
Acidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación; sustancias explosivas o inflamables			
Sólidos sedimentables			
Sustancias solubles en hexano			
Sólidos suspendidos para desechos domésticos e industriales			
Demanda bioquímica de oxígeno:			
Para desechos domésticos			
Para desechos industriales			
Caudal máximo			
Sustancia "Concentraciones para el control de la carga de algunas sustancias de interés sanitario"	Expresada como	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 74
Arsénico	As		
Bario	Ba		
Cadmio	Cd		
Cobre	Cu		
Cromo	Cr ⁺⁶		
Compuestos fenólicos	Fenol		
Mercurio	Hg		
Níquel	Ni		
Plata	Ag		
Plomo	Pb		
Selenio	Se		
Cianuro	CN-		
Difenil policlorados	Concentración de agente activo		
Mercurio orgánico	Hg		
Tricloroetileno	Tricloroetileno		
Cloroformo	Extracto Carbón		
	Cloroformo (ECC)		
Tetracloruro de Carbono	Tetracloruro de Carbono		
Dicloroetileno	Dicloroetileno		
Sulfuro de Carbono	Sulfuro de Carbono		
Otros compuestos organoclorados, cada variedad	Concentración de agente activo		
Compuestos organofosforados, cada variedad	Concentración de agente activo		
Carbamatos			

Fuente: elaboración propia.

4.2.2 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método matriz de Leopold

Como lo menciona Rodríguez³⁵, la matriz corresponde a una lista de actividades precisas para el desarrollo del proyecto, la cual se confronta, en una tabla de doble entrada, con otra lista de indicadores de impacto, conformando una matriz que se usa para la dirección de las relaciones causa-efecto y para la definición cualitativa o cuantitativa de dichas relaciones.

La matriz de Leopold se usa ampliamente en este tipo de presentación.

Esta matriz tiene acciones del proyecto que pueden generar cambios (ASPI) y factores del ambiente que se pueden modificar (FARI). Con estos dos elementos se pueden identificar y evaluar aspectos ambientales.

Procedimiento para construir la matriz de Leopold:

- Si las ASPI se colocan en las filas, las FARI se deben colocar en las columnas, o viceversa.
- Buscar la interacción entre un ASPI y cada FARI de la misma fila. Si se encuentra una intersección, allí se está presentando un impacto y se debe colocar cero (0) en la celda correspondiente para resaltarlo.
- Se debe barrer toda la matriz con el procedimiento descrito en el anterior numeral.
- Para evaluar se utilizan tres parámetros: clase, magnitud e importancia.
- La clase indica las consecuencias del impacto: positivos o benéficos (+) y negativos o perjudiciales (-).
- La magnitud está relacionada con el nivel o grado de alteración que sufre el factor ambiental como consecuencia de una acción del proyecto. En este se calificaron de 1 a 5 pensando las categorías, así:

³⁵ Rodríguez, Op cit, p. 92.

Tabla 50. Magnitud del impacto ambiental.

Categorías	Nivel de impacto
1	bajo
2	medio bajo
3	medio
4	medio alto
5	alto

Fuente: elaboración propia.

La importancia evalúa el peso relativo del factor ambiental que se puede ver afectado por el proyecto. En este caso se calificaron de 1 a 5 pensando en las categorías, ver Tabla 51:

Tabla 51. Importancia del impacto ambiental..

Categorías	Nivel de impacto
1	bajo
2	medio bajo
3	medio
4	medio alto
5	alto

Fuente: elaboración propia.

Estos criterios se evalúan para cada interacción marcada, y los resultados son el cociente entre la magnitud y la importancia, que puede ser positivo o negativo.

Análisis de resultados.

Con las calificaciones obtenidas en las filas y las columnas se puede deducir lo siguiente:

Las acciones ambientales que causan mayor impacto.

El tipo de impacto causado.

El número de impactos positivos y negativos.

El sistema ambiental con mayor afectación (abiótico, biótico, antrópico).

La proporción de afectación ambiental en cada sistema.

De acuerdo con la información recolectada de las actividades petroleras se elaboró la matriz de Leopold ajustada a las características del proyecto. Para posteriormente realizar la evaluación de los impactos ocasionados por dichas actividades, que van desde la exploración hasta las acciones ex post, pasando por la operación y el desmantelamiento, entre otras.

Por cada actividad petrolera se debe construir una matriz de impactos. Sin embargo, en este trabajo se realizan únicamente tres matrices, las cuales corresponden a las actividades de exploración, perforación y producción, pero se analiza únicamente un componente en cada una, por ejemplo, en el caso de la exploración se desarrolla sólo la metodología de la sísmica.

En la matriz de impacto se presentan los componentes afectados durante el desarrollo de las actividades petroleras (exploración, perforación, producción, desmantelamiento y restauración). También se relacionan las matrices de impacto por cada uno de los sistemas (abiótico, biótico, antrópico). Las columnas corresponden a los criterios de evaluación establecidos para determinar la importancia de los impactos. La suma de las columnas de las matrices representa la importancia del impacto por componente y la suma total de éstos representa la afectación total de cada actividad.

4.2.2.1 Exploración

En la exploración sísmica se afectan los medios físico, biótico y socioeconómico por las perforaciones y explosiones. Por esta razón es necesario encontrar una relación entre el daño y la actividad realizada.

A continuación se presenta la matriz de la actividad exploración geofísica por medio de la sísmica para cada sistema (abiótico, biótico y antrópico).

Las actividades de la sísmica se relacionan con los impactos producidos según las matrices que se proponen³⁶ en la tabla 52 (sistema abiótico), tabla 53 (sistema biótico) y tabla 54 (sistema antrópico).

³⁶ Rodríguez, Op cit, p. 96.

Tabla 52. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad exploración por sísmica.

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Apertura de trochas y topografía, Impactos: 1. Deforestación de magnitud variables en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea y de la construcción de helipuertos y campamentos temporales, 2. Creación de nuevas vías de acceso, con mayores riesgos de colonización. Depredación de los recursos por la presencia de cuadrillas de trabajadores, 3. Generación de residuos sólidos.									
Creación de nuevas vías de acceso		X		X	X		X	X	X
Construcción campamentos temporales		X				X		X	X
Construcción de helipuertos		X	X						
Perforaciones y detonaciones de cargas explosivas, Impactos : 1. Compactación del suelo cuando se usan camiones vibradores, 2. Generación o dinamización de procesos erosivos cuando la operación se realiza en terrenos susceptibles o inestables por derrumbes, huecos de ensayo o inconclusos sin taponar, 3. Generación de ruido con desplazamiento temporal de fauna y movimiento del suelo "soplado" cuando los pozos quedan mal tapados, 4. Vibraciones que producen fracturas en las casas, 5. Desplazamiento de fauna por efecto del ruido y muerte de peces cuando las detonaciones son en el agua, 6. Afectación de acuíferos, 7. Contaminación del agua por deficiente manejo de los residuos de perforación. 8. Posible afectación de acuíferos, 9. Eventual contaminación del suelo con hidrocarburos, 10. Muchas veces quedan enterrados explosivos sin detonar que provocan muerte, heridas, amputaciones.									
Perforación del pozo			X	X	X		X	X	
Detonación de la carga			X	X	X		X	X	
Cargue y tapada de pozos, Impacto: 1. Generación de procesos erosivos o deslizamientos por cargas superficiales.									
Cargue y cubrimiento de pozos		X			X	X			
Tendido de cable y colocación de geófonos, Impacto: 1. Activación de procesos erosivos por falta de restauración donde se sembraron geófonos profundos.									
Tendido de cable y colocación de geófonos					X				
Desmantelamiento, Impacto: 1. No hay efectos ambientales. Se trata de la actividad de preparación para la restauración.									

Fuente: elaboración propia.

Tabla 53. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad exploración por sísmica.

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre				Acuático	
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Apertura de trochas y topografía, Impactos: 1. Deforestación de magnitud variables en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea y de la construcción de helipuertos y campamentos temporales. 2. Creación de nuevas vías de acceso, con mayores riesgos de colonización. Depredación de los recursos por la presencia de cuadrillas de trabajadores, 3. Generación de residuos sólidos.						
Creación de nuevas vías de acceso	X	X	X	X	X	X
Construcción campamentos temporales				X	X	X
Construcción de helipuertos		X	X	X		
Perforaciones y detonaciones de cargas explosivas, Impactos : 1. Compactación del suelo cuando se usan camiones vibradores, 2. Generación o dinamización de procesos erosivos cuando la operación se realiza en terrenos susceptibles o inestables por derrumbes, huecos de ensayo o inconclusos sin taponar, 3. Generación de ruido con desplazamiento temporal de fauna y movimiento del suelo "soplado" cuando los pozos quedan mal tapados, 4. Vibraciones que producen fracturas en las casas, 5. Desplazamiento de fauna por efecto del ruido y muerte de peces cuando las detonaciones son en el agua, 6. Afectación de acuíferos, 7. Contaminación del agua por deficiente manejo de los residuos de perforación. 8. Posible afectación de acuíferos, 9. Eventual contaminación del suelo con hidrocarburos, 10. Muchas veces quedan enterrados explosivos sin detonar que provocan muerte, heridas, amputaciones.						
Perforación del pozo			X	X		
Detonación de la carga		X	X	X		
Cargue y taponamiento de pozos, Impacto: 1. Generación de procesos erosivos o deslizamientos por cargas superficiales.						
Cargue y taponamiento de pozos	X	X	X	X	X	X
Tendido de cable y colocación de geófonos, Impacto: 1. Activación de procesos erosivos por falta de restauración donde se sembraron geófonos profundos.						
Tendido de cable y colocación de geófonos					X	X
Desmantelamiento, Impacto: 1. No hay efectos ambientales. Se trata de la actividad de preparación para la restauración.						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 54. Matriz de interacción sistema antrópico. Actividad exploración por sísmica.

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano										
Componente	Recursos				Infraestructura		Estructura			Superestructura	
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del suelo, distribución y tamaño de núcleos	Red vial	Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES											
Apertura de trochas y topografía, Impactos: 1. Deforestación de magnitud variables en función de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de la línea y de la construcción de helipuertos y campamentos temporales, 2. Creación de nuevas vías de acceso, con mayores riesgos de colonización. Depredación de los recursos por la presencia de cuadrillas de trabajadores, 3. Generación de residuos sólidos.											
Creación de nuevas vías de acceso	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Construcción campamentos temporales		X	X		X		X	X	X	X	X
Construcción de helipuertos							X			X	X
Perforaciones y detonaciones de cargas explosivas, Impactos : 1. Compactación del suelo cuando se usan camiones vibradores, 2. Generación o dinamización de procesos erosivos cuando la operación se realiza en terrenos susceptibles o inestables por derrumbes, huecos de ensayo o inconclusos sin taponar, 3. Generación de ruido con desplazamiento temporal de fauna y movimiento del suelo "soplado" cuando los pozos quedan mal tapados, 4. Vibraciones que producen fracturas en las casas, 5. Desplazamiento de fauna por efecto del ruido y muerte de peces cuando las detonaciones son en el agua, 6. Afectación de acuíferos, 7. Contaminación del agua por deficiente manejo de los residuos de perforación. 8. Posible afectación de acuíferos, 9. Eventual contaminación del suelo con hidrocarburos, 10. Muchas veces quedan enterrados explosivos sin detonar que provocan muerte, heridas, amputaciones.											
Perforación del pozo	X	X	X	X	X		X	X			
Detonación de la carga	X	X	X	X	X		X	X			
Cargue y taponamiento de pozos, Impacto: 1. Generación de procesos erosivos o deslizamientos por cargas superficiales.											
Cargue y taponamiento de pozos					X		X				
Tendido de cable y colocación de geófonos, Impacto: 1. Activación de procesos erosivos por falta de restauración donde se sembraron geófonos											
Tendido de cable y colocación de geófonos					X						
Desmantelamiento, Impacto: 1. No hay efectos ambientales. Se trata de la actividad de preparación para la restauración.											

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2 Perforación de pozos

En esta actividad se afecta los medios físico, biótico y socioeconómico. Por tanto, es necesario encontrar una relación entre el daño y la actividad realizada. A continuación se presentan la matrices de la actividad perforación de pozos para cada sistema (abiótico (tabla 55), biótico (tabla 56) o antrópico (tabla (57)) y los posibles impactos.

Tabla 55. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad perforación.

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Adquisición, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia y corrupción.									
Adquisición de predios						X		X	
Perforación vías y localización (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.									
Perforación, construcción o adecuación		X	X			X	X	X	X
Localización y replanteo, Impactos: 1. Intervención de áreas no cubiertas por la negociación de predios, 2. Afectación de la cobertura vegetal, 3. Generación de posibles inestabilidades por remoción de la cobertura vegetal, 4. Contaminación del agua por disposición inadecuada del material cortado.									
Instalación de campamentos						X	X		X
Desmante y descapote, Impactos: 1. Afectación de la infraestructura existente, 2. Ocurrencia de daños a la vegetación, al suelo, a los cuerpos de agua producidos por la actividad (corte de vegetación mayor). 3. Degradación de las condiciones del suelo, 4. Fraccionamiento del ecosistema. 5. Afectación de cuerpos de agua. 6. Generación de expectativas y conflictos con la comunidad.									
Corte y relleno, movimiento de tierras		X	X	X	X	X	X		X
Obras para manejo de drenajes						X	X	X	X
Explotación, transporte y uso de materiales de construcción		X	X				X		X
Estabilización de taludes				X	X				
Restauración y abandono								X	
Preparación de bases para equipos de perforación			X		X	X	X		
Adecuación de áreas para instalaciones de apoyo			X	X	X	X			
Construcción y adecuación, facilidades para tratamiento o disposición de residuos		X	X	X	X	X			
Montaje de equipo, Impactos: 1. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas 2. Ruido y vibraciones. 3. Desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, 4. Contaminación de aguas subterráneas, 5. Interrupción de vías de drenaje naturales, 6. Contaminación por cortes.									
Montaje de equipo			X		X		X	X	X
Movilización, impactos: 1. Riesgos de seguridad vial derivados del incremento en el tráfico vehicular o de las variaciones en las especificaciones de los vehículos y de la carga movilizada, 2. Deterioro de la calidad del agua y del aire como consecuencia de la circulación de maquinaria en condiciones mecánicas deficientes, la emisión de partículas al transitar por vías destapadas o la dispersión de materiales granulares transportados, 3. Afectación a la infraestructura (vías, puentes, otros) causados por el tráfico de maquinaria pesada, 4. Generación de expectativa y conflictos con la comunidad del área									

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
de influencia.									
Movilización	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Instalación de campamentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Movimiento de materiales	X	X	X						
Instalación y prueba facilidades de apoyo	X	X	X						
Perforación, Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 4. Generación de residuos sólidos y líquidos, 5. Contaminación del suelo y del agua.									
Preparación del lodo			X			X	X		
Tratamiento de cortes y recirculación del lodo			X			X	X		
Manejo de materiales								X	X
Uso de recursos naturales								X	X
Gestión de residuos, Impactos: 1. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 2. Generación de residuos sólidos, 3. Presencia de sustancias 4. Manejo de cortes químicos, 5. Contaminación por sustancias químicas, incluyendo radioactivas.									
Gestión ambiental aguas residuales industriales						X			
Gestión ambiental residuos sólidos						X			
Control de las emisiones a la atmósfera	X	X	X						
Prueba de producción, Impactos: 1. Contaminación del suelo y del agua generada por la disposición inadecuada de residuos o por el manejo de los fluidos extraídos durante la prueba, 2. Contaminación del aire, por la incineración de los hidrocarburos producidos o por el venteo de gases a la atmósfera, 3. Contaminación originada en incidentes tecnológicos (derrames, otros) que puedan ocurrir durante la prueba.									
Preparación de la prueba		X	X		X	X	X		X
Control de emergencias						X			X
Planificación y ejecución del abandono, Impacto: 1. durante la elaboración del plan de abandono									
Desmantelamiento de las instalaciones						X			X
limpieza final del área						X			X
Gestión de residuos, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Contaminación del suelo, 3. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por la disposición de los residuos sólidos, 4. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados									
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental				X	X	X	X	X	X
Clausura se sistemas de tratamientos de residuos				X	X	X	X	X	X

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Restauración áreas afectadas				X	X	X	X	X	X
Gestión ambiental del residuo líquido, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Problemas asociados a competencia por el uso de recursos como el agua, 3. Contaminación del suelo, 4. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por vertimiento de residuos líquidos y derrames o fugas de hidrocarburos y de productos químicos de diversa naturaleza utilizados en la perforación, 5. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados.									
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental		X		X	X	X	X	X	X
Clausura se sistemas de tratamientos de residuos		X		X	X	X	X	X	X
Restauración áreas afectadas		X		X	X	X	X	X	X
Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Conflictos sociales, locales y regionales. 2. Dificultades y demandas políticas									
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones		X		X	X	X	X	X	X
Identificación y saneamiento de compromisos		X		X	X	X	X	X	X
Seguimiento		X		X	X	X	X	X	X
Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base									
Investigación estado de los recursos naturales		X					X		X
Determinación, eficacia, medidas de restauración y corrección		X					X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla 56. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad perforación.

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre				Acuático	
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Adquisición, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia y corrupción.						
Adquisición de predios				X		
Perforación vías y localización (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.						
Perforación, construcción o adecuación	X	X	X	X	X	X
Localización y replanteo, Impactos: 1. Intervención de áreas no cubiertas por la negociación de predios, 2. Afectación de la cobertura vegetal, 3. Generación de posibles inestabilidades por remoción de la cobertura vegetal, 4. Contaminación del agua por disposición inadecuada del material cortado.						
Instalación de campamentos	X	X				
Desmante y descapote, Impactos: 1. Afectación de la infraestructura existente, 2. Ocurrencia de daños a la vegetación, al suelo, a los cuerpos de agua producidos por la actividad (corte de vegetación mayor. 3. Degradación de las condiciones del suelo, 4. Fraccionamiento del ecosistema, 5. Afectación de cuerpos de agua. 6. Generación de expectativas y conflictos con la comunidad.						
Corte y relleno, movimiento de tierras			X	X	X	X
Obras para manejo de drenajes		X		X	X	X
Explotación transporte y uso de materiales de construcción	X	X	X			
Estabilización de taludes	X	X	X	X	X	X
Restauración y abandono	X	X	X	X	X	X
Preparación para bases para equipos de perforación	X	X	X			
Adecuación de áreas para instalaciones de apoyo	X	X	X			
Construcción y adecuación, facilidades para tratamiento o disposición de residuos			X	X	X	X
Montaje de equipo, Impactos: 1. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas 2. Ruido y vibraciones. 3. Desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, 4. Contaminación de aguas subterráneas, 5. Interrupción de vías de drenaje naturales, 6. Contaminación por cortes.						
Montaje de equipo						

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre			Acuático		
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Movilización, impactos: 1. Riesgos de seguridad vial derivados del incremento en el tráfico vehicular o de las variaciones en las especificaciones de los vehículos y de la carga movilizada, 2. Deterioro de la calidad del agua y del aire como consecuencia de la circulación de maquinaria en condiciones mecánicas deficientes, la emisión de partículas al transitar por vías destapadas o la dispersión de materiales granulares transportados, 3. Afectación a la infraestructura (vías, puentes, otros) causados por el tráfico de maquinaria pesada, 4. Generación de expectativa y conflictos con la comunidad del área de influencia.						
Movilización	X	X	X	X	X	X
Instalación de campamentos	X					
Movimiento de materiales		X	X			
Instalación y prueba facilidades de apoyo				X	X	X
Perforación, Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 4. Generación de residuos sólidos y líquidos, 5. contaminación del suelo y del agua.						
Preparación del lodo			X			
Tratamiento de cortes y recirculación del lodo		X	X			
Manejo de materiales		X	X			
Uso de recursos naturales	X					
Gestión de residuos, Impactos: 1. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 2. Generación de residuos sólidos, 3. Presencia de sustancias 4. Manejo de cortes químicos, 5. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas.						
Gestión ambiental aguas residuales industriales		X	X			
Gestión ambiental residuos sólidos		X	X			
Control de las emisiones a la atmósfera		X	X	X	X	X
Prueba de producción, Impactos: 1. Contaminación del suelo y del agua generada por la disposición inadecuada de residuos o por el manejo de los fluidos extraídos durante la prueba, 2. Contaminación del aire, por la incineración de los hidrocarburos producidos o por el venteo de gases a la atmósfera, 3. Contaminación originada en incidentes tecnológicos (derrames, otros) que puedan ocurrir durante la prueba.						
Preparación de la prueba			X			
Control de emergencias			X			
Planificación y ejecución del abandono, Impactos: 1. durante la elaboración del plan de abandono.						
Desmantelamiento de las instalaciones			X	X	X	X
limpieza final del área			X	X	X	X

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre			Acuático		
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Gestión de residuos, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Contaminación del suelo, 3. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por la disposición de los residuos sólidos, 4. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados						
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental			X		X	
Clausura se sistemas de tratamientos de residuos			X		X	
Restauración áreas afectadas	X	X	X	X	X	X
Gestión ambiental del residuo líquido, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Problemas asociados a competencia por el uso de recursos como el agua, 3. Contaminación del suelo, 4. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por vertimiento de residuos líquidos y derrames o fugas de hidrocarburos y de productos químicos de diversa naturaleza utilizados en la perforación, 5. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados.						
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental						
Clausura de sistemas de tratamientos de residuos	X	X	X		X	
Restauración áreas afectadas	X	X	X	X		
Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Conflictos sociales, locales y regionales. 2. Dificultades y demandas políticas						
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones						
Identificación y saneamiento de compromisos						
Seguimiento						
Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base						
Investigación estado de los recursos naturales						
Determinación, eficacia, medidas de restauración y corrección	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

Tabla 57. Matriz de interacción sistema antrópico. Actividad perforación.

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano								
Componente	Recursos				Infraestructura			Superestructura	
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de núcleos	Generación de ingresos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES									
Adquisición, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia y corrupción.									
Adquisición de predios								X	X
Perforación vías y localización (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.									
Perforación, construcción o adecuación		X	X	X	X	X			
Localización y replanteo, Impactos: 1. Intervención de áreas no cubiertas por la negociación de predios, 2. Afectación de la cobertura vegetal, 3. Generación de posibles inestabilidades por remoción de la cobertura vegetal, 4. Contaminación del agua por disposición inadecuada del material cortado.									
Instalación de campamentos	X	X	X	X					
Desmonte y descapote, Impactos: 1. Afectación de la infraestructura existente, 2. Ocurrencia de daños a la vegetación, al suelo, a los cuerpos de agua producidos por la actividad (corte de vegetación mayor. 3. Degradación de las condiciones del suelo, 4. Fraccionamiento del ecosistema, 5. Afectación de cuerpos de agua. 6. Generación de expectativas y conflictos con la comunidad.									
Corte y relleno, movimiento de tierras	X				X				
Obras para manejo de drenajes	X	X	X						
Explotación, transporte y uso de materiales de construcción	X	X							
Estabilización de taludes	X	X			X	X			
Restauración y abandono	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Preparación para bases para equipos de perforación	X	X							
Adecuación de áreas para instalaciones de apoyo	X								
Construcción y adecuación, facilidades para tratamiento o disposición de residuos		X	X	X		X	X		
Montaje de equipo, Impactos: 1. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas 2. Ruido y vibraciones. 3. Desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, 4. Contaminación de aguas subterráneas, 5. Interrupción de vías de drenaje naturales, 6. Contaminación por cortes.									
Montaje de equipo			X		X		X	X	X

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano								
Componente	Recursos				Infraestructura			Superestructura	
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de núcleos	Generación de ingresos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES									
Movilización, impactos: 1. Riesgos de seguridad vial derivados del incremento en el tráfico vehicular o de las variaciones en las especificaciones de los vehículos y de la carga movilizada, 2. Deterioro de la calidad del agua y del aire como consecuencia de la circulación de maquinaria en condiciones mecánicas deficientes, la emisión de partículas al transitar por vías destapadas o la dispersión de materiales granulares transportados, 3. Afectación a la infraestructura (vías, puentes, otros) causados por el tráfico de maquinaria pesada, 4. Generación de expectativa y conflictos con la comunidad del área de influencia.									
Movilización	X	X	X	X					
Instalación de campamentos	X	X	X	X	X	X		X	X
Movimiento de materiales					X	X			
Instalación y prueba facilidades de apoyo	X				X				
Perforación, Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 4. Generación de residuos sólidos y líquidos, 5. contaminación del suelo y del agua.									
Preparación del lodo	X	X			X			X	X
Tratamiento de cortes y recirculación del lodo	X	X							
Manejo de materiales	X	X	X	X					
Uso de recursos naturales	X	X	X	X	X			X	X
Gestión de residuos, Impactos: 1. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 2. Generación de residuos sólidos, 3. Presencia de sustancias. 4. Manejo de cortes químicos, 5. Contaminación por sustancias químicas incluyendo radioactivas.									
Gestión ambiental aguas residuales industriales	X	X	X	X	X			X	X
Gestión ambiental residuos sólidos	X	X	X	X	X			X	X
Control de las emisiones a la atmósfera	X	X						X	X
Prueba de producción, Impactos: 1. Contaminación del suelo y del agua generada por la disposición inadecuada de residuos o por el manejo de los fluidos extraídos durante la prueba, 2. Contaminación del aire, por la incineración de los hidrocarburos producidos o por el venteo de gases a la atmósfera, 3. Contaminación originada en incidentes tecnológicos (derrames, otros) que puedan ocurrir durante la prueba.									
Preparación de la prueba		X	X	X					
Control de emergencias								X	X
Planificación y ejecución del abandono, Impacto: 1. durante la elaboración del plan de abandono									
Desmantelamiento de las instalaciones	X	X	X	X	X				
limpieza final del área	X	X	X	X	X				

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano								
Componente	Recursos				Infraestructura			Superestructura	
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de núcleos	Generación de ingresos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES									
Gestión de residuos, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Contaminación del suelo, 3. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por la disposición de los residuos sólidos, 4. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados									
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	X								
Clausura se sistemas de tratamientos de residuos	X								
Restauración áreas afectadas	X								
Gestión ambiental del residuo líquido, Impactos: 1. Uso ineficiente de recursos naturales, que lleve a su agotamiento, 2. Problemas asociados a competencia por el uso de recursos como el agua, 3. Contaminación del suelo, 4. Deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, causada por vertimiento de residuos líquidos y derrames o fugas de hidrocarburos y de productos químicos de diversa naturaleza utilizados en la perforación, 5. Daño a los recursos naturales asociados al suelo, como consecuencia de los factores de deterioro mencionados.									
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental									
Clausura se sistemas de tratamientos de residuos	X	X	X	X					
Restauración áreas afectadas	X	X	X	X					
Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Conflictos sociales, locales y regionales. 2. Dificultades y demandas políticas									
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones								X	X
Identificación y saneamiento de compromisos								X	X
Seguimiento	X	X	X	X	X			X	X
Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base									
Investigación estado de los recursos naturales								X	X
Determinación, eficacia, medidas de restauración y corrección	X	X						X	X

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3 Producción de pozos

En la producción en pozos petroleros se afectan los medios físico, biótico y socioeconómico. Por tanto, es necesario encontrar una relación entre el daño y la actividad realizada.

A continuación se presenta la matriz de la actividad producción en pozos para cada sistema (abiótico (tabla 58), biótico (tabla 59) o antrópico tabla (60)) y los posibles impactos.

Tabla 58. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad producción.

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Perforación de pozos (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.									
Movilización		X	X		X	X	X	X	
Instalación de campamentos						X	X	X	X
Aspectos ambientales de la construcción o adecuación, Impactos: 1. Alteración de la calidad el aire por emisión de gases, ruido y partículas, por emisiones de la maquinaria usada, 2. Alteración de la calidad el agua por retorno como residuo sin tratar, alteraciones del patrón del agua ya sea con sedimentos o con contaminantes. 3. Contaminación del suelo por pérdida de cobertura vegetal, de estabilidad o daños al paisaje.									
Perforación		X	X			X	X	X	X
Revestimiento, complementario		X	X				X		
Prueba		X	X			X	X	X	X
Gestión de residuos, adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo		X	X			X	X	X	X
Reconformación y recuperación localización		X					X	X	
Restauración y abandono		X	X			X	X	X	X
Servicios, Impactos: 1. Contaminación de aire, suelos y fuentes hídricas.									
Instalación y prueba planta eléctrica o conexión a red									
Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo								X	
Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones éstas								X	
Construcción red de alcantarillado								X	
Extracción y conducción de fluidos, Aspectos ambientales de la operación en campo, Impactos: 1. Contaminación del aire por gases de combustión, ruido, venteos y escapes de gas natural en la cabeza de los pozos, 2. Contaminación del agua por escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, puede necesitarse agua para limpieza de instalaciones o consumo humano, puede haber afectación por derrames o escapes, 3. El suelo puede ser contaminado por derrame o escape o por deficiente disposición de residuos. 4. Contaminación por sabotaje, robo de combustible, rupturas por movimientos sísmicos o por deslizamientos provocados por lluvias. Presencia de una gran cantidad de trabajadores.									
Prueba de pozos		X							
Mantenimiento unidades extracción de fluidos		X	X	X		X			X

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Mantenimiento de pozos, piscinas		X	X	X		X	X	X	X
Inspección de pozos y líneas de flujo			X						
Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía			X						
Mantenimiento localizaciones									
Restauración áreas afectadas		X	X						X
Monitoreo y seguimiento		X	X						X
Gestión de residuos		X	X			X			X
Atención de emergencias						X			X
Tratamiento de fluidos, Impactos: 1.contaminación del agua por derrames o escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, por mala disposición del agua residual, 2. El suelo se puede contaminar por derrame, escape o por deficiente disposición de residuos, 4.contaminación en el aire debido a la emisión de gases 5. Muerte de fauna y flora silvestre debido a la contaminación emitida por los accidentes. 8. Presencia de una gran cantidad de trabajadores.									
Mantenimiento de instalaciones									X
Control operacional									
Monitoreo y seguimiento									
Tratamiento de residuos				X	X	X	X	X	
Atención de emergencias									X
Planificación y ejecución del abandono del campo									
Elaboración plan de abandono									
Desmantelamiento de instalaciones									
Limpieza final del área		X	X		X	X	X	X	
Gestión de residuos					X	X	X	X	X
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental				X	X	X	X		X
Clausura de sistemas de tratamiento de residuo				X	X	X	X	X	X
Restauración áreas afectadas				X	X	X	X	X	X
Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia, amenazas, corrupción, división de organizaciones, intervención en la vegetación para la topografía, 2. Incentivo de colonización en zonas vírgenes. 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Conflictos sociales locales y regionales de carácter social y político.									
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones		X		X	X	X	X	X	X

Sistema	Abiótico - Características físicas								
Componente	Atmosférico			Terrestre			Hídrico		
Elemento	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
ACTIVIDADES									
Identificación y saneamiento de compromisos		X		X	X	X	X	X	X
Seguimiento		X		X	X	X	X	X	X
Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base, 2. Daños a la infraestructura y vivienda debido a la vibración, 3. Daños a la propiedad, cercas y construcciones. 4. Pérdida de cultivos y de la fertilidad del suelo. 5. Aumento de la violencia delincuencia y pérdida de la intimidad. 6. División de comunidades y organizaciones.									
Investigación estado de recursos naturales		X					X		X
Determinación eficacia medidas de restauración; corrección		X					X		X
Entrega del área		X					X		X

Fuente: elaboración propia.

Tabla 59. Matriz de interacción sistema biótico. Actividad producción.

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre				Acuático	
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Perforación de pozos (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.						
Movilización		X	X			
Instalación de campamentos		X	X			
Aspectos ambientales de la construcción o adecuación, Impactos: 1. Alteración de la calidad el aire por emisión de gases, ruido y partículas, por emisiones de la maquinaria usada, 2. Alteración de la calidad el agua por retorno como residuo sin tratar, alteraciones del patrón del agua, ya sea con sedimentos o con contaminantes. 3. Contaminación del suelo por pérdida de cobertura vegetal, de estabilidad o daños al paisaje.						
Perforación	X	X	X	X	X	X
Revestimiento, completamiento	X	X	X			
Prueba		X	X			
Gestión de residuos. Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo			X	X	X	X
Reconformación y recuperación localización	X	X	X			
Restauración y abandono	X	X	X			
Servicios, Impactos: 1. Contaminación de aire, suelos y fuentes hídricas.						
Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red						
Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo			X	X	X	X
Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a éstas			X			
Construcción red de alcantarillado			X			X

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre				Acuático	
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Extracción y conducción de fluidos, Aspectos ambientales de la operación en campo, Impactos: 1. Contaminación del aire por gases de combustión, ruido, venteos y escapes de gas natural en la cabeza de los pozos, 2. Contaminación del agua por escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, puede necesitarse agua para limpieza de instalaciones o consumo humano puede haber afectación por derrames o escapes, 3. El suelo se puede contaminar por derrame o escape o por deficiente disposición de residuos. 4. contaminación por sabotaje, robo de combustible, rupturas por movimientos sísmicos o por deslizamientos provocados por lluvias. Presencia de una gran cantidad de trabajadores.						
Prueba de pozos						
Mantenimiento unidades extracción de fluidos			X			
Mantenimiento de pozos	X	X	X	X	X	X
Inspección de pozos y líneas de flujo	X	X	X	X		
Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía		X	X			
Mantenimiento localizaciones		X	X			
Restauración áreas afectadas	X	X	X	X	X	X
Monitoreo y seguimiento						
Gestión de residuos		X	X	X	X	X
Atención de emergencias						
Tratamiento de fluidos, Impactos: 1. Contaminación del agua por derrames o escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, por mala disposición del agua residual, 2. El suelo se puede contaminar por derrame, escape o por deficiente disposición de residuos, 4. Contaminación en el aire debido a la emisión de gases 5. Muerte de fauna y flora silvestre debido a la contaminación emitida por los accidentes. 8. Presencia de una gran cantidad de trabajadores.						
Mantenimiento de instalaciones	X	X				
Control operacional	X	X				
Monitoreo y seguimiento	X	X	X	X	X	X
Tratamiento de residuos			X			
Atención de emergencias			X			
Planificación y ejecución del abandono del campo						
Elaboración plan de abandono						
Desmantelamiento de instalaciones			X	X	X	X
Limpieza final del área			X	X	X	X

Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas					
Componente	Terrestre				Acuático	
Elemento	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
ACTIVIDADES						
Gestión de residuos						
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental			X		X	
Clausura de sistemas de tratamiento de residuo			X		X	
Restauración áreas afectadas	X	X	X	X	X	X
<p>Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia, amenazas, corrupción, división de organizaciones, intervención en la vegetación para la topografía, 2. Incentivo de colonización en zonas vírgenes. 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Conflictos sociales locales y regionales de carácter social y político.</p>						
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones						
Identificación y saneamiento de compromisos	X	X	X		X	
Seguimiento	X	X	X	X		
<p>Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base, 2. Daños a la infraestructura y vivienda debido a la vibración, 3. Daños a la propiedad, cercas y construcciones. 4. Pérdida de cultivos y de la fertilidad del suelo. 5. Aumento de la violencia, delincuencia y pérdida de la intimidad. 6. División de comunidades y organizaciones.</p>						
Investigación estado de recursos naturales						
Determinación, eficacia, medidas de restauración, corrección	X	X	X	X	X	X
Entrega del área						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 60. Matriz de interacción sistema abiótico. Actividad producción.

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano										
Componente	Recursos				Infra Estructura	Estructura			Superestructura		
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de Núcleos	Red vial	Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES											
Perforación de pozos (construcción o adecuación), Impactos: 1. Erosión, 2. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Erosión, 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores con el correspondiente aumento de recursos y desechos, 6. Generación de residuos sólidos.											
Movilización						X	X	X		X	X
Instalación de campamentos		X		X	X	X	X	X		X	X
Aspectos ambientales de la construcción o adecuación, Impactos: 1. Alteración de la calidad el aire por emisión de gases, ruido y partículas, por emisiones de la maquinaria usada, 2. Alteración de la calidad el agua por retorno como residuo sin tratar, alteraciones del patrón del agua, ya sea con sedimentos o con contaminantes. 3. Contaminación del suelo por pérdida de cobertura vegetal, de estabilidad o daños al paisaje.											
Perforación		X	X	X			X	X		X	X
Revestimiento; complementario		X	X	X			X	X		X	X
Prueba							X	X		X	X
Gestión de residuos. Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo							X	X		X	X
Reconformación y recuperación localización							X	X		X	X
Restauración y abandono		X	X	X			X	X		X	X
Servicios, Impactos: 1. Contaminación de aire, suelos y fuentes hídricas.											
Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red											
Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo											
Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a éstas											
Construcción red de alcantarillado							X	X		X	X
Extracción y conducción de fluidos, Aspectos ambientales de la operación en campo, Impactos: 1. Contaminación del aire por gases de combustión, ruido, venteos y escapes de gas natural en la cabeza de los pozos, 2. Contaminación del agua por escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, puede necesitarse agua para limpieza de instalaciones o consumo humano puede haber afectación por derrames o escapes, 3. El suelo se puede contaminar por derrame, escape o por deficiente disposición de residuos. 4. Contaminación por sabotaje, robo de combustible, rupturas por movimientos sísmicos o por deslizamientos provocados por lluvias. Presencia de una gran cantidad e de trabajadores.											
Prueba de pozos					X						
Mantenimiento unidades extracción de fluidos					X						
Mantenimiento de pozos					X						
Inspección de pozos y líneas de flujo					X						

Sistema	Antropico - Características del comportamiento humano										
Componente	Recursos				Infra Estructura	Estructura			Superestructura		
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de Núcleos	Red Vial	Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES											
Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía					X	X					
Mantenimiento localizaciones	X				X	X	X	X		X	X
Restauración áreas afectadas	X				X	X	X	X			
Monitoreo y seguimiento					X			X			
Gestión de residuos					X			X			
Atención de emergencias					X			X		X	X
Tratamiento de fluidos, Impactos: 1. Contaminación del agua por derrames o escapes en la línea de conducción que pueda afectar aguas superficiales o subterráneas, por mala disposición del agua residual, 2. El suelo se puede contaminar por derrame, escape o por deficiente disposición de residuos, 3. Contaminación en el aire debido a la emisión de gases 4. Muerte de fauna y flora silvestre debido a la contaminación emitida por los accidentes. 5. Presencia de una gran cantidad de trabajadores.											
Mantenimiento de instalaciones											
Control operacional			X								
Monitoreo y seguimiento			X								
Tratamiento de residuos			X								
Atención de emergencias	X		X							X	X
Planificación y ejecución del abandono del campo	X									X	X
Elaboración plan de abandono	X									X	X
Desmantelamiento de instalaciones	X									X	X
Limpieza final del área										X	X
Gestión de residuos										X	X
Identificación y saneamiento del pasivo ambiental	X									X	X
Clausura de sistemas de tratamiento de residuo	X									X	X
Restauración áreas afectadas	X									X	
Manejo de las relaciones con la comunidad, Impactos: 1. Expropiaciones, presión, violencia, amenazas, corrupción, división de organizaciones, intervención en la vegetación para la topografía, 2. Incentivo de colonización en zonas vírgenes. 3. Afectación de la vegetación, deforestación y pérdida de la biodiversidad, 4. Conflictos sociales, locales y regionales de carácter social y político.											
Elaboración del plan de desmonte de las relaciones											
Identificación y saneamiento de compromisos											
Seguimiento											
Evaluación ex post, Impactos: 1. Verificación de los cambios imputables al proyecto cuando se comparan los resultados de las inspecciones como los estudios del medio físico de la línea base, 2. Daños a la infraestructura y vivienda debido a la vibración, 3. Daños a la propiedad, cercas y construcciones. 4. Pérdida de cultivos y de la fertilidad del suelo. 5. Aumento de la violencia delincuencia y pérdida de la intimidad. 6. División de comunidades y organizaciones.											

Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano										
Componente	Recursos				Infra Estructura	Estructura			Superestructura		
Elemento	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de Núcleos	Red Vial	Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
ACTIVIDADES											
Investigación estado de recursos naturales											
Determinación, eficacia medidas de restauración, corrección	X	X						X	X		
Entrega del área											

Fuente: elaboración propia.

4.2.3 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Método de Battelle-Columbus

Este método se divide en cuatro categorías: ecología, contaminación ambiental, estético y sociocultural. A su vez, contiene una lista de 78 parámetros o factores ambientales que representan una unidad del medio ambiente y se deben tratar por separado.

Todos estos parámetros tienen valores numéricos, de tal manera que al multiplicar cada uno por su valor numérico y hacer la sumatoria de los 78 parámetros arroja el valor de mil, que es el valor óptimo en caso de no tener impactos ambientales.

A continuación se desglosa el procedimiento para emplear el método de Battelle-Columbus:

- Se debe conseguir la mayor cantidad de fichas de funciones de transformación disponibles.
- Las funciones de transformación relacionan la magnitud de un factor ambiental y la calidad ambiental (unidades de impacto ambiental).
- Las unidades de impacto ambiental varían entre cero (0) y uno (1).
- En caso de no encontrar alguna ficha se le asigna la más parecida o una función lineal.

Se deben completar las 78 fichas de funciones de transformación para que el programa esté completo (tablas 158 y 61).

Los datos de factores ambientales de un proyecto se deben transformar a unidades de impacto ambiental (UIA), mediante alguna de las 78 fichas de transformación. Esto arroja un valor entre cero y uno, que se debe multiplicar por su correspondiente valor numérico. De esa manera se obtiene el índice de impacto ambiental (IIA).

Esto mismo se debe hacer para cada uno de los factores ambientales.

El sistema de evaluación ambiental se muestra como dato de entrada a la tabla por el método de battelle coulumb puedes ver en la tabla 61

La evaluación final se realiza por medio de la tabla 61 que emite un valor numérico al finalizar la entrada de datos.

Tabla 61. Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.

Ficha informe técnico de reporte de resultados

1. información general

Sitio de medición puntual (Lugar) _____

fecha de medición: _____

coordenada norte: _____

coordenada este: _____

Ecología	Índice de Imp. ambiental		240	
especies y poblaciones terrestres	0.21	140	29.4	
hábitat y comunidades terrestres	0.11	100	11	40.4
Contaminación ambiental	Índice de Imp. ambiental		402	
contaminación del agua	0.4	318	127.2	
contaminación atmosférica	.70	52	36.4	
contaminación del suelo		28	0	
contaminación por ruido	0.4	4	1.6	165.2
Aspectos estéticos	Índice de Imp. ambiental		153	
suelo	0.35	32	11.2	
aire		5	0	
agua		52	0	
biota	0.71	24	17.04	
objetos artesanales		10	0	
composición		30	0	28.24
Aspectos de interés humano	Índice de Imp. ambiental		205	
valores educacionales y científicos		48	0	
valores históricos		55	0	
económico y población		28	0	
sensaciones	0.5	37	18.5	
estilos de vida (patrones culturales)		37	0	18.5
				252.3

Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultados

Sea cual sea el criterio (nivel máximo tolerado igual a 0 o 0,5), los resultados deben ser comparables, puesto que se valoran las variaciones de los índices de impacto ambiental entre la situación operacional y la preoperacional (con-sin).

Cuando se encuentran los términos de referencia de alguna actividad petrolera se mencionan y a partir de ellos se realiza el estudio ambiental.

De acuerdo con los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo 2010 para el sector de hidrocarburos (ANEXO II Términos de referencia de las actividades de exploración y explotación. Metodologías empleadas para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)), se presenta un resumen de diferencias y similitudes entre las actividades de exploración y explotación.

Estos términos de referencia son importantes ya que ayudan a caracterizar, dimensionar y establecer el tamaño y la proporción de los parámetros dados por el método de Battelle-Columbus; además, permiten complementar la información obtenida.

En caso de que no existan términos de referencia se deben adoptar de los existentes, guardando las proporciones y de acuerdo con estudios previos.

Los términos de referencia pueden obtenerse de las siguientes formas:

Acogiendo los que elabora la autoridad ambiental.

Se elaborando tomando los términos de referencia de la autoridad ambiental, estructurándolos de manera similar a la lista de chequeo propuesta en el numeral B4 del Manual de evaluación de estudios ambientales³⁷.

4.3 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Este plan es particular para cada proyecto y los resultados dependen de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Allí es donde se determinan las medidas preventivas, correctivas y compensatorias que se deben implementar.

Las medidas que se implementen en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) deben tener plazos racionales de cumplimiento e incluir propuestas de acción que potencien los efectos positivos y disminuyan los negativos.

³⁷ Ministerio del Medio Ambiente, (2002), p. 100.

Se deben desarrollar los cronogramas de acción e inversión con el propósito de optimizar recursos.

4.3.1 Contenido del Plan de Manejo Ambiental

Un PMA debe tener un encabezado donde figure el responsable, datos de la organización, lugar donde se desarrolla la actividad, relación de autorizaciones, licencias y permisos de la organización.

Es necesario presentar un resumen ejecutivo para que el lector se entere de manera global de las actividades que se van a seguir (tabla 62).

Adicionalmente, se debe presentar el marco legal que sustenta el PMA teniendo en cuenta la Constitución Política de Colombia, en partículas las leyes, decretos, artículos y normas que tengan que ver con la conservación y preservación del medio ambiente. No se debe perder de vista que es el contratista quien debe conocer y poner en práctica las normas y políticas ambientales vigentes.

Tabla 62. Objetivos y metas ambientales del ejecutor de obra en un PMA.

Contenido
1. Enfocarse hacia prioridades asociadas a la reducción de riesgos y responsabilidades.
2. Expresar demandas claras y directas.
3. Ser cuantificables.
4. Mostrar un compromiso con el mejoramiento continuo del desempeño ambiental.
5. Orientarse a la reducción en la formación de contaminantes y residuos peligrosos y no peligrosos; al ahorro de energía y agua; al uso sostenible de recursos naturales para fines productivos; y a fortalecer la seguridad en la operación de actividades riesgosas en todos los eventos de sus cadenas productivas y comerciales.
6. Tener periodos específicos de cumplimiento.

Fuente: alcaldía local de Tunjuelito. (2009). Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA) (p. 16).

Se debe delimitar la zona de influencia respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción

Es necesario localizar y describir los componentes ambientales como biota, ecología, contaminación y los aspectos económicos, culturales y políticos de la región en estudio.

Identificación y evaluación de impactos y riesgos ambientales

Para identificar los impactos se hace lo siguiente:

- Se clasifican por cada etapa del proyecto.
- Se clasifican por materia e importancia.
- Se determinan los elementos ambientales afectados y su duración.

La evaluación parte de un sistema de indicadores que son índices que permiten evaluar la calidad y cantidad de los elementos ambientales afectados, partiendo de la línea base del proyecto.

De esta manera se pueden detectar anticipadamente las condiciones y tendencias del cambio, conocer la eficiencia de las medidas que se implementan para prevenir, corregir o compensar los impactos y riesgos ambientales, o las políticas de prevención y el cumplimiento de la normativa ambiental.

4.3.1.1 Programas que debe tener un Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Programa de prevención. A la hora de hacer el proyecto es importante determinar las actividades que tienen riesgos pero se pueden prevenir y las medidas que se van a implementar. Por ejemplo, puede suceder que la construcción previa de una obra prevenga un impacto futuro, debido a la actividad petrolera que se va a desarrollar. Otro ejemplo son las quemas en los bosques o la contaminación por residuos humanos, puede suceder que con la adecuada formación de personal no ocurran estos eventos.

Programa de corrección. Existen impactos negativos que solamente se pueden atenuar o disminuir. Para estos casos es necesario establecer el programa de corrección y dar las recomendaciones que se deben seguir. La meta es llevar a niveles aceptables los impactos ambientales de la acción humana; por ejemplo, hacer un inventario de la fauna y la flora, de las especies nativas de la región y del crecimiento poblacional, con el fin de reubicar las especies que se estén viendo afectadas por el proyecto.

Programa de compensación. En este caso se busca producir un efecto positivo alternativo y equivalente a uno de carácter adverso, teniendo en cuenta que los impactos negativos significativos no pueden mitigarse. Por ejemplo, entregar bonos ambientales a quienes demuestren la adecuada disposición de basuras y residuos provenientes de las actividades petroleras. Otro ejemplo puede ser implementar programas de reforestación.

Programa de contingencias y riesgos. Este programa incluye medidas de primera respuesta ante posibles situaciones de emergencia que podrían suscitarse durante las diferentes etapas de un proyecto.

También se debe tener un programa para identificar los posibles accidentes que se puedan presentar durante las diversas etapas del proyecto. Otro para el manejo de sustancias y materiales peligrosos. Un programa de prevención de accidentes ambientales y uno más de implementación de medidas de seguridad.

Es importante el Programa de Seguimiento, Evaluación y Control, ya que garantiza el cumplimiento de las indicaciones y las medidas de protección contenidas en el PMA. El objetivo de este programa es comprobar la severidad y atender los impactos no previstos, asegurando el desarrollo de nuevas medidas de corrección o compensación.

El control es requisito para no apartarse de las metas originales y de los objetivos ambientales. Para este fin es necesario llevar bitácoras de control y monitoreo que permitan recolectar información de manera sistemática y seguir la evolución de los impactos ambientales en el tiempo (tabla 63).

Tabla 63. Objetivos de llevar una bitácora.

Contenido
1) Comprobar que las medidas propuestas se han realizado.
2) Proporcionar información que se podría usar en la verificación de los impactos predichos y mejorar así las técnicas de predicción.
3) Proporcionar información acerca de la calidad y oportunidad de las medidas de mitigación o compensación adoptadas.
4) Comprobar la cuantía de ciertos impactos cuando su predicción resulta difícil.
5) Articular nuevas medidas en el caso de que las aplicadas no sean suficientes.
6) Ser una fuente importante de datos para mejorar el contenido de futuros PMA, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas.
7) Muchas predicciones ambientales se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados y, por ello, es relevante este tipo de información.

Fuente: alcaldía local de Tunjuelito (2009). Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA) (p. 24).

En el caso de que trata este trabajo sólo se citan algunos formularios encontrados en la bibliografía (tablas de la 64 a la 70).

Tabla 64. Plan de Manejo Ambiental (PMA). Actividad exploración.

PROGRAMA SISMICO (NOMBRE):		PROGRAMA DEL PMA:	
COMPAÑIA OPERADORA:		COMPAÑIA CONTRATISTA DE SISMICA:	
OBJETIVOS DEL PROGRAMA:			
PROYECTOS Y ACTIVIDADES	OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES DE EXITO
FECHAS DE REFERENCIA (Ver Cronograma No.): INICIACION: TERMINACION:		PRESUPUESTO ASIGNADO:	RESPONSABLE:

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre (p. 29).

Tabla 65. Plan de Manejo Ambiental (PMA). Actividad perforación de pozos.

POZO (Nombre):		PROYECTO:	
COMPAÑIA OPERADORA:		COMPAÑIA CONTRATISTA:	
OBJETIVOS DEL PROYECTO:			
ACTIVIDADES DEL PROYECTO	RESULTADOS ESPERADOS	INDICADORES DE EXITO	
FECHAS DE REFERENCIA (Ver Cronograma)		PRESUPUESTO ASIGNADO	RESPONSABLE
INICIACION	TERMINACION		

Fuente: Ministerio del medio ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 40).

Tabla 66. Plan de Manejo Ambiental 1 (PMA). Desarrollo campos petroleros.

PROYECTO:			
OBJETIVOS DEL PROYECTO:			
ACTIVIDADES DEL PROYECTO		RESULTADOS ESPERADOS	INDICADOR DE EXITO
FECHA INICIACION	FECHA TERMINACION	PRESUPUESTO ASIGNADO	RESPONSABLE

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 36).

Tabla 67. Explicación del formulario Proyectos del plan de Manejo Ambiental 1.

<p>INSTRUCCIONES</p> <p>El Cuadro se diligencia para cada uno de los proyectos del Plan de Manejo Ambiental diseñado por la Compañía.</p> <p>1. PROYECTO. Se refiere al proyecto del Plan Operativo para el cual se diligencia la Ficha. Ej. Disposición de sobrantes de cortes (administración de ZODMES).</p> <p>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO. Define los propósitos para los cuales se hace el proyecto del Plan Operativo Ambiental incluido en la ficha.</p> <p>3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO. Corresponde a las actividades del proyecto del Plan Operativo Ambiental.</p> <p>Por ejemplo, si el proyecto es la Gestión Ambiental de los Residuos, incluirá actividades como la definición de la localización de los sistemas de tratamiento, la construcción de dichas facilidades, la definición del programa de mantenimiento, el control de su desempeño, etc.</p> <p>4. RESULTADOS ESPERADOS. Determina para qué se realiza una actividad incluida en el proyecto, es decir, define los resultados que se espera obtener al realizar la actividad. Esta definición es necesaria para establecer indicadores de gestión.</p>	<p>5. INDICADORES DE EXITO. En esta columna se incluirán los indicadores de gestión definidos para la actividad.</p> <p>6. FECHAS DE REFERENCIA. Incluir fecha de iniciación y fecha prevista de terminación. Adjuntar cronograma.</p> <p>7. PRESUPUESTO ASIGNADO. Estimativo de costos del proyecto.</p> <p>8. RESPONSABLE. La Compañía debe designar un responsable por la ejecución del proyecto.</p>
--	--

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 37).

Tabla 68. Evaluación ex post, actividad sísmica.

1. OBJETIVOS DE LA EVALUACION

La Evaluación Ex-post se realiza fundamentalmente para determinar:

- a) La eficacia de las medidas de prevención, mitigación o control incluidas en el Plan de Manejo Ambiental diseñado para el programa sísmico y en su correspondiente Plan de Manejo Ambiental.
- b) Determinar impactos residuales imputables a la actividad e identificar otros no previstos en el EIA.
- c) Generar información para orientar las futuras actividades de la industria petrolera en el área.

2. ETAPA DEL DESARROLLO DEL PROGRAMA

Fase post-operativa.

2. COMPONENTES DE LA EVALUACION

La Evaluación Ex-post de los programas sísmicos terrestres incluirá, como mínimo, los aspectos listados en el Cuadro No. 7.1. Para correlacionar los resultados del análisis, éste debe enmarcarse dentro de 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 medio 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.

3. ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA EVALUACION

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 y bacteriológico cuando se trate de la evaluación de calidad de los cuerpos de agua potencialmente afectados. El muestreo se hará sobre aquellas corrientes que haya identificado el PMA o que determine la Autoridad Ambiental.
- b) 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.
- c) Observación y medición de la dinámica social en el área de influencia del programa.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre (p. 97).

Tabla 69. Ejemplos 1 de la evaluación ex post pozos.

OBJETO DE LA EVALUACION	OBJETIVOS DE LA GESTION AMBIENTAL	DETERMINACION DE CAMBIOS EN LA CALIDAD	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION
RECURSO AGUA	Preservar la calidad de los cuerpos de agua superficiales potencialmente afectados por las actividades del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> Alteraciones (negativas) de la calidad fisicoquímica y bacteriológica. Desestabilización de orillas. Disposición de residuos sobre los cuerpos de agua. Alteración de áreas de nacimientos 	<ul style="list-style-type: none"> Toma de muestras para análisis fisicoquímico y bacteriológico, en los cuerpos de agua establecidos en el PMA. Inspección de áreas con nacimientos. 	No hay cambios de calidad imputables al proyecto, cuando se comparan resultados de monitoreos e inspecciones con los estudios del medio físico (línea base) del EIA.
RECURSO SUELO	<ol style="list-style-type: none"> Prevenir el deterioro del suelo y sus recursos, reduciendo el espacio ocupado por las actividades. Mitigar los efectos causados por la instalación de infraestructura de apoyo (campamentos, sistemas de tratamiento, etc.) y por la perforación y demás operaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> Extensión de las áreas ocupadas por las actividades del proyecto. Presencia de contaminaciones, depósitos de residuos, etc. Desestabilización del terreno por las obras civiles 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de la extensión de las áreas ocupadas por la actividad. Inspección para verificar estado y presencia de inestabilidades Inspección de áreas para verificar desmantelamiento y restauración. 	No hay cambios de calidad imputables al proyecto cuando se comparan resultados de inspecciones con los estudios del medio físico (línea base) del EIA.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 210).

Tabla 70. Ejemplos 2 de la evaluación ex post pozos.

OBJETO DE LA EVALUACION	OBJETIVOS DE LA GESTION AMBIENTAL	DETERMINACION DE CAMBIOS EN LA CALIDAD	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION	REQUERIMIENTOS DE LA EVALUACION
VEGETACION	<ol style="list-style-type: none"> Minimizar el daño a la vegetación en las áreas que van a ser intervenidas por el proyecto Mitigar los efectos causados, mediante la revegetalización de las áreas afectadas 	<ol style="list-style-type: none"> Extensión de las áreas afectadas por el corte de vegetación. Cantidad y calidad de la biomasa removida. 	Determinación de la extensión de las áreas revegetalizadas con especies nativas.	<ol style="list-style-type: none"> Todas las áreas afectadas que lo requieran deben revegetalizarse. El nivel de éxito de la revegetalización debe ser superior al 90% (mortalidad inferior al 10%).
POBLACION ASENTADA	Establecer y mantener una relación armónica.	Conflictos sociales locales y regionales	Requerimientos de la situación actual	Comunidad organizada y ciudadanos, comunidades étnicas
ORGANIZACIONES LOCALES Y CIVILES	Contar con el aval de las veedurías ciudadanas.	Dificultades y demandas policiales	Posibilidad y probabilidad de que, por situaciones de este orden, se presenten.	Veedurías ciudadanas

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas (p. 211).

Más ayuda se puede encontrar en el ANEXO VI Contenidos básicos de un desmantelamiento y abandono de grado, que hacen referencia a las actividades de desmantelamiento, abandono y evaluación ex post.

4.3.1.2 Desmonte de las relaciones de la operadora con las comunidades en el área de influencia

El operador debe mantener relaciones con la comunidad con el fin de manejar las implicaciones ambientales y sociales derivadas de la ejecución del proyecto. Dicho programa finaliza con el abandono, lo cual supone que el operador, con la debida anticipación ha previsto, planificado e iniciado el proceso de desmonte conducente a eliminar o sustituir los vínculos del proyecto con la región. Se debe prestar especial atención a los efectos sobre el empleo local y regional, y la manera de reducir tal impacto.

El estado del cumplimiento de los compromisos adquiridos con la comunidad, los propietarios de predios, los habitantes afectados, las autoridades locales y los pendientes que resulten se deben cubrir antes del cierre del proyecto.

4.3.1.3 Identificación y saneamiento del pasivo ambiental

Debe existir un plan de saneamiento activo permanente que permita sanear el pasivo, el cual prevalece desde el inicio del proyecto hasta el fin de la explotación. Los pasivos ambientales objeto de atención especial se presentan ANEXO III Importancia de los efectos negativos y el contenido característico de los estudios ambientales EIA.

5 CONCLUSIONES

Con el fin de obtener una metodología y diseñar un Aplicativo para apoyar la elaboración de estudios ambientales en actividades petroleras en Colombia se elaboró un sustento legal, teórico y procedimental.

Este trabajo tiene un soporte legal con base en decretos leyes y resoluciones vigentes en Colombia, que reglamentan los impactos que pueden generar las diferentes actividades de la industria petrolera como: la emisión del ruido, la contaminación del aire, del suelo y de las fuentes hídricas, así como de los parámetros que permiten determinar la calidad de estos componentes del medio natural y que pueden ser alterados por las actividades petroleras.

Se recopilaron y estudiaron una serie de documentos como los términos de referencia, estudios ambientales y caracterizaciones de las actividades de exploración, explotación y producción que analizados proporcionan solidez al trabajo realizado.

Con respecto al desarrollo procedimental fue necesario entender que frente a un problema como la determinación, la evaluación y los planes de manejo ambiental en actividades petroleras, el profesional en recursos hidráulicos y medio ambiente debe empezar por conocer que actividades y diferentes tecnologías para ejecutarlas existen, que se hace en cada una de ellas y cuáles son los impactos y eventuales pasivos ambientales que debe enfrentar.

El camino empleado para la determinación de los impactos ambientales tiene como punto de partida la consideración de los manuales de criterios y procedimientos empleados en las actividades de sísmica, perforación y producción, así como de los estudios de impacto ambiental, de los diagnósticos, de los planes de manejo y de la implementación de los mismos.

Con el fin de determinar y dar soporte a los principales impactos ambientales en la exploración, la perforación y la producción fue necesario recolectar la mayor cantidad de guías emitidas por el ministerio del medio ambiente.

Fue necesario construir de un diagrama de flujo que permitiera, para cualquier actividad en el sector petrolero, determinar el alcance del estudio ambiental, partiendo por determinar la necesidad de un diagnóstico ambiental de alternativas, su contenido básico y las posibles afectaciones ambientales para continuar con la determinación de la necesidad de una evaluación de impacto ambiental, pasar a la elaboración de la evaluación de impactos ambientales y al final recomendar algunas fichas que permitan hacer un seguimiento al plan de manejo, las medidas de mitigación, remediación o compensación así como

mostrar las recomendaciones al plan de abandono, restauración y evaluación ex post.

Por medio de VBA application se materializa el diagrama de flujo y se da agilidad a elaboración de formatos que permite obtener resultados ajustados a cada tipo de estudio que se esté realizando. El aplicativo entrega matrices de interacción del ecosistema (componentes biótico y abiótico) con la actividad petrolera. Además reporta matrices de afectación del ecosistema debido las actividades del sector petrolero.

El diseño del aplicativo tiene una gran flexibilidad y posibilita el uso de uno de varios métodos de evaluación, de forma sencilla y fácil de entender

Se creó una interfaz de usuario fácil de utilizar y bastante intuitiva para la correcta utilización de la aplicación programada, la interfaz tiene diferentes pestañas según la actividad que va a realizar ya sea para el ingreso de los datos crudos o la obtención de resultados.

De esta manera se cumplen los objetivos y se da alcance al trabajo del documento como fue concebido desde el comienzo.

Entre los aportes más importantes tenemos:

El aplicativo permite el empleo de cuatro metodologías de evaluación de impactos ambientales, de las que el usuario podrá hacer uso, seleccionando la que se adaptan mejor a su proyecto y cometido. Dentro de las metodologías las hay descriptivas, cuantitativa - cualitativa y comparativa. Condición que permite al usuario tener una visión global del problema y mucha información útil a la hora de tomar decisiones. Las metodologías seleccionadas fueron:

- La Matriz de Leopold, de tipo cualitativo.
- Los cuadros de evaluación de Coulumb – Battelle, de tipo cuantitativo.
- La evaluación realizada por medio de normas colombianas, de tipo.
- Las listas de chequeo, de tipo descriptivo.
-

El aporte de este trabajo es significativo para cualquier persona que quiera saber más acerca de las actividades petroleras, y que quiera conocer documentos de consulta, manuales, disponibilidad, procedimientos, actividades, o estudios pertinentes se deben desarrollar en las actividades petroleras y su interacción con el medio ambiente.

Con el uso del aplicativo y la correcta interpretación de los conceptos que se necesitan para su uso tenemos una herramienta poderosa que permite al lector

realizar una serie de estudios de manera muy rápida y obtener resultados confiables.

La aplicación elaborada en VBA es aplicable a cualquier tipo de proyecto siempre y cuando las actividades seleccionadas sean pertinentes a ese tipo de proyecto. (Hidrogeología, exploración de superficie y perforación de pozos)

6 Bibliografía

Agencia Nacional de Hidrocarburos. Subdirección Técnica (2010). Identificación, inventario, muestreo y caracterización geoquímica de los rezumaderos de hidrocarburos de Colombia. Recuperado el 11 de marzo del 2016 del sitio web: <http://www.anh.gov.co/Contratacion/Misional/Estudio%20de%20Sustentaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20y%20Econ%C3%B3mica%20ANH-07-IP-2011.pdf>.

Alcaldía local de Tunjuelito (2009). Guía técnica para la elaboración de planes de manejo ambiental (PMA). Recuperado el 09 de mayo de 2016 del sitio web: [http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1380/GUIA%20TECNICA%20PARA%20LA%20ELABORACION%20DE%20PMA%20\(1\)%20\(1\).pdf](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1380/GUIA%20TECNICA%20PARA%20LA%20ELABORACION%20DE%20PMA%20(1)%20(1).pdf).

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2015). Manual de evaluación de estudios ambientales Criterios y procedimientos (borrador) <https://www.google.com.co/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=manual%20de%20evaluaci%C3%B3n%20de%20estudios%20ambientales%202015>.

Calao, R. J. (2007). Caracterización ambiental de la industria petrolera: tecnologías disponibles para la prevención y mitigación de impactos ambientales. Tesis para optar al título de ingeniero de petróleo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Recuperado el 20 de marzo del 2015 del sitio web: http://www.bdigital.unal.edu.co/823/1/15646742_2009.

Cátedra de Geofísica Aplicada. (s.f.). Tema 4. Prospección Magnetométrica. Recuperado el 16 de de agosto de 2016 del sitio Web: <http://www.unsa.edu.ar/geofisica-salta/Teorias/Unit12a.pdf>.

Congreso de la República de Colombia. Artículo 10, Ley 99 de 1993, República de Colombia.

ERM Perú (2010). Estudio de impacto ambiental para la prospección sísmica 2D-3D y perforación de 23 pozos exploratorios en Kinteroni, Mapi y Mashira - Lote 57, identificación y evaluación de impactos.

Explicación buenísima de las metodologías de evaluación de impactos y Batelle: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/rojas_l_fj/capitulo3.pdf.

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísica (2011). Virginia Mason con el gravímetro. Recuperado el 16 de de agosto de 2016, del sitio Web:

<http://catedras.fcaglp.unlp.edu.ar/geofisica/gravimetria/imagenes/virginia-mason-con-el-gravimetro>.

Fernández, V. C. (2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa.

Fraija, J., Ohmer, H., Pulick, T., Jardon, M., Kaja, M., Páez, R., Sotomayor, G. & Umudjoro, K. (2003). Nuevos aspectos de la construcción de pozos multilaterales. Recuperado el 17 de marzo del 2016 del sitio web: https://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish02/win02/p56_75.pdf.

Funciones de transformación. (s.f.). Battelle Columbus. Recuperado el 16 de agosto de 2016, tomado de: <http://personales.upv.es/~algarsal/EIAGkhf58475S/m3/Materiales/Funciones%20de%20transformacin/Funciones%20de%20transformacin.htm>.

Halvorson M. (1998). *Aprenda Visual Basic 6.0*, 1ª. ed. Madrid: Editorial McGraw-Hill.

<http://www.southperupanel.org/files/eias/46.%20EIA%202D-3D/Cap%205.pdf>.

Jurado, G. (s.f.). Títulos y subtítulos de la norma APA. Recuperado el 21 de abril del 2015 del sitio web <https://www.youtube.com/watch?v=hIDewh6NcFE>.

La otra opinión (s.f.). El futuro del petróleo. Recuperado el 20 de marzo del 2016 del sitio web: <http://laotraopinion.net/recursos-naturales/futuro-del-petroleo/>.

Matesanz J. (s.f.). Repercusiones territoriales de la fractura hidráulica o *fracking* en Cantabria, Burgos y Palencia. Recuperado el 21 de marzo del 2016 del sitio web: http://eprints.ucm.es/23795/1/Fracking_pdf.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015. Recuperado el 22 de agosto de 2016 del sitio web: http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/3167/Resolucion_0631_17_marzo_2015.pdf.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Términos de referencia estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos. Recuperado el 05 de mayo del 2015 del sitio web: http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1544_060810_%20tdr_explotacion_hidrocarburos.pdf.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Términos de referencia estudio de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos. Recuperado el 15 de julio del 2015 del sitio web: http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/res_1543_060810_tdr_exploracion_hidrocarburos.pdf.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 0610 de 2010, por la cual se establece la Norma Nacional de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39330>.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Decreto 3090 de octubre 25 de 2010. Recuperado el 20 de agosto del 2016 del sitio web: <https://drive.google.com/file/d/1RrOv1DeApp-r9u17POKh6fekyz19MdX0Ym5KVqF5bD4z6aoqpXIGvFOajhmc/view?ddrp=1&authkey=CPLox6AB&hl=es&pli=1#>.

Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros. Recuperado el 21 de marzo del 2016 del sitio web: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/HIDROCARBUROS/Guia%20ambiental%20para%20el%20desarrollo%20de%20campos%20petroleros.pdf.

Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía básica ambiental para programas de exploración sísmica terrestre. Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros. Recuperado el 21 de Febrero del 2015 del sitio web: <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0330/MMA-0330.pdf>.

Ministerio del Medio Ambiente (1999). Guía básica ambiental para la perforación de pozos petroleros y de gas. Recuperado el 5 de Diciembre del 2015 del sitio web: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/HIDROCARBUROS/Gu%C3%ADa%20de%20manejo%20Ambiental%20para%20proyectos%20de%20Perforaci%C3%B3n%20de%20Pozos%20de%20petr%C3%B3leo%20y%20gas.pdf.

Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manual de evaluación de estudios ambientales. Recuperado el 01 de mayo del 2016 del sitio web: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001432.pdf>.

Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manual de evaluación de estudios ambientales. Criterios y procedimientos.

Mustagh Resources Ltd. (2010). Manual para la adquisición y procesamiento de sísmica terrestre y su aplicación en Colombia. Recuperado el 09 de marzo del 2016 del sitio web <http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Estudios-Integrados-y-Modelamientos/Documents/Manual%20Tecnicas%20Sismica%20Terrestre.pdf>.

Navas, D. & Garzón, P. (2010). Procesos para la obtención del petróleo y los impactos ambientales generados por actividades petroleras. Monografía para optar al título de especialista en ingeniería ambiental de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Recuperado el 16 de marzo del 2016 del sitio web: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7491/2/134669.pdf>.

Observatorio Petrolero de Amazonia Norte Perú (2011). Contaminación petrolera en la Cocha-Atiliano. Recuperado el 21 de abril del 2015 del sitio web: <http://observatoriopetrolero.org/wp-content/uploads/2013/02/Cocha-Atiliano-Informe-Ambiental.pdf>.

Pérez, M. (2005). Diseño del programa de perforación de pozos petroleros. Monografía para optar al título de especialista en ingeniería de petróleos de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Recuperado el 19 de marzo del 2016 del sitio web: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1656/TESIS%20DE%20ESPECIALIDAD_1.pdf?sequence=1.

Presidencia de la República de Colombia (1984). Decreto 1594 de 1984, en cuanto al uso del agua y los residuos líquidos. Recuperado el 22 de marzo de 2016 del sitio web: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>.

Rodríguez, H. A. (2008). *Estudios de impacto ambiental* (2ª. Ed.). Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Schlumberger. (s.f.). Los cinco sistemas básicos del equipo de perforación. Recuperado el 18 de marzo del 2016 del sitio web: <http://equipment911.com/downloads/loscincosistemasdelequipo.pdf>.

Sensat Agua Viva. (s.f.). La sísmica impacto ambiental de la industria petrolera. Recuperado el 20 de marzo del 2015 del sitio web: <http://censat.org/es/publicaciones/la-sismica-impacto-ambiental-de-la-industria-petrolera-2>.

Soluciones de sostenibilidad (2016). Nueva norma de vertimientos, datos a tener en cuenta. Recuperado el 21 de agosto de 2016 del sitio web:

<http://www.ambientalmente.com/noticias/74-nueva-norma-de-vertimientos-datos-a-tener-en-cuenta->

Universidad EAFIT (1997). Exploración geoquímica. Recuperado el 15 de marzo del 2016 del sitio web: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/viewFile/1128/1019>.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (s.f.). Método Battelle-Columbus y el método de transparencias. Tomado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201030/Contenidoline/leccin_3_mtodo_battellecolumbus_y_el_mtodo_de_transparencias.html.

7 Anexos

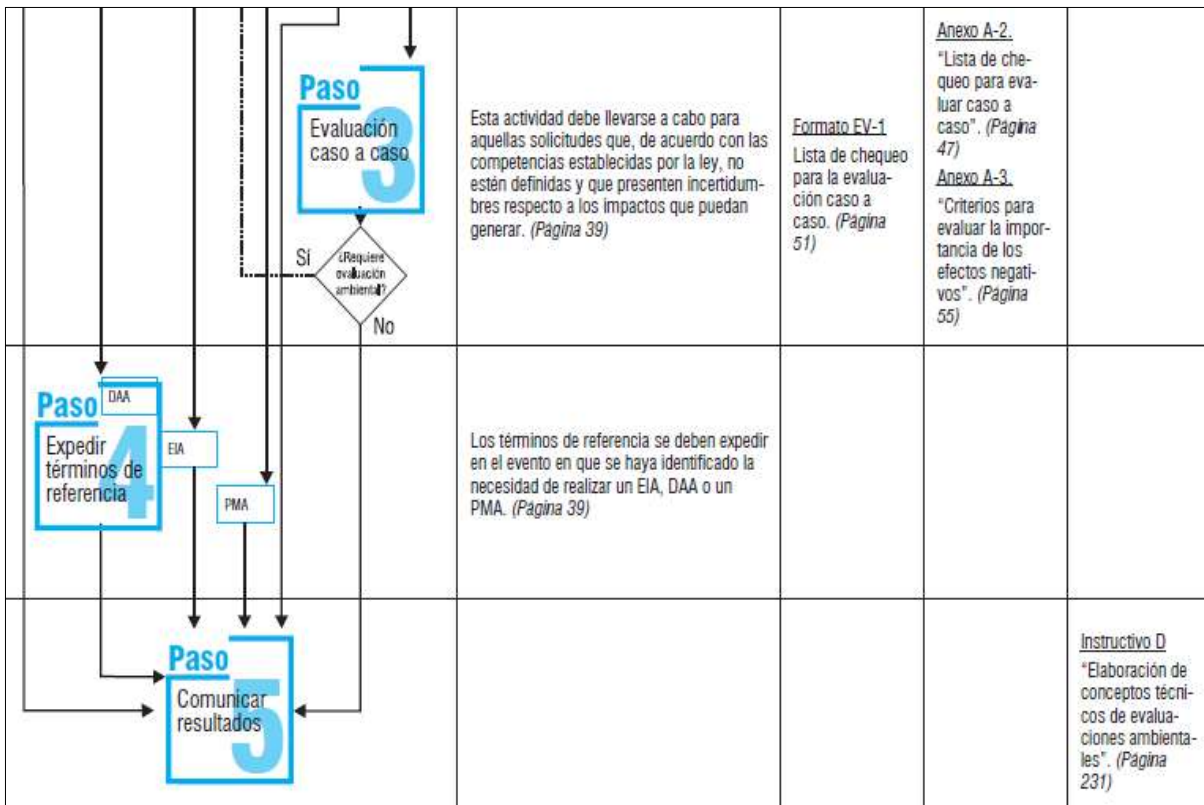
ANEXO I

Determinación de la necesidad de estudio ambiental DAA

A partir de la tabla 71. Se puede determinar la necesidad de hacer un diagnóstico ambiental de alternativas.

Tabla 71. Determinación del estudio ambiental DAA.

Pasos	Alcance	Herramienta complementaria		Otros instructivos o apéndice relacionado
		Formato	Anexo	
<p style="text-align: center;">Paso 1 Revisión de la solicitud</p>	<p>La intención de este paso es determinar la competencia de la solicitud radicada y el tipo de estudio ambiental que requiere dicha solicitud. (Página 37)</p>			
<p style="text-align: center;">Paso 2 ¿Se necesita un DAA?</p>	<p>Este paso debe ejecutarse en el evento que en el PASO 1 o en el PASO 3 se haya identificado la necesidad de realizar una evaluación de requerimiento de DAA. Esta evaluación solamente determina la necesidad de llevar a cabo o no un DAA, pero de antemano se sabe que al menos se requerirá de un EIA. (Página 37)</p>		<p>Anexo A-1. "Algunos criterios a tener en cuenta para considerar la posibilidad de un DAA". (Página 43)</p>	



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manuales de evaluación de estudios ambientales (p. 36).

Paso 1: determinar la competencia de la solicitud radicada y el tipo de estudio ambiental que requiere dicha solicitud (p. 37).

Entre los proyectos más susceptibles de necesitar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas están los siguientes:

1. Proyectos con componentes lineales que requieren instalación o construcción de infraestructura.
 2. Proyectos que se puedan desarrollar en diferentes localizaciones.
 3. Proyectos que se puedan desarrollar mediante diferentes medios tecnológicos y que afectan recursos ambientales, según los recursos demandados.
1. Aspectos físicos

Los criterios que se deben tener en cuenta para considerar la posibilidad de requerir un Diagnóstico Ambiental de Alternativas son:

- Zonas con pendiente excesiva, propensas a erosión o inestabilidad extrema.
- Zonas de alto riesgo natural, establecidas a nivel nacional, regional y local.
- Zonas de elevada inestabilidad geológica.
- Afectación de los cuerpos de agua.
- No disponibilidad de profundidades adecuadas (en proyectos de puertos).

2. Aspectos bióticos

- Áreas que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
- Corredores biológicos y zonas boscosas.
- Zonas prioritarias reconocidas para la conservación de fauna a nivel regional y local.
- Ecosistemas estratégicos definidos a nivel nacional, regional o local.
- Presencia de especies endémicas de fauna y flora, especies amenazadas, en vía de extinción o protegidas por una legislación específica.
- Áreas donde existan páramos.
- Áreas con presencia de manglares.

3. Aspectos sociales

- Distribución espacial de la población en el área de influencia directa, zonas de mayor densidad
- Poblacional rural y urbana, de acuerdo con la intensidad y calidad de la afectación.
- Sitios de reconocido interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad. También debe considerarse la cultura intangible, incluyendo las relaciones sociales de parentesco y de vecindad.
- Áreas de especial sensibilidad por razones étnicas o de propiedad colectiva de la tierra (reservas, resguardos y territorios comunitarios).

4. Ordenamiento territorial

- Incompatibilidad con los usos de suelo propuestos en los planes de ordenamiento territorial y áreas legalmente establecidas en documentos Conpes.

ANEXO II

Términos de referencia de las actividades de exploración y explotación. Metodologías empleadas para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

De acuerdo con los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo (2010) para el sector de hidrocarburos, en las tablas 72,73 y 74 se presentan las diferencias encontradas entre los términos de referencia de la actividad exploración y la actividad explotación, ya sea que se tenga un sistema abiótico, biótico o antrópico, por lo demás (tablas desde la 75 hasta la 85) se puede decir que los términos de referencia aplicados a la actividad explotación también se aplican a la actividad exploración.

Tabla 72. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema abiótico 1.

Atmosférico	Terrestre
Clima (variación de temperatura)	Geología (variación de las propiedades)
Los parámetros básicos de análisis serán:	Presentar la cartografía geológica actualizada con base en fotointerpretación y control de campo. Debe presentarse un mapa a escala 1:10.000 o mayores.
Temperatura.	Meteorización. Se definirán con base en clasificaciones conocidas (Deere & Patton o Dearman, entre otros).
Presión atmosférica.	Geotecnia.
Precipitación: media mensual y anual.	Se debe presentar la caracterización geotécnica de las áreas donde se implantarán los elementos del proyecto junto con los estudios realizados para las obras de control, la cual debe incluir la información básica de los análisis geotécnicos realizados.
Humedad relativa: media, máximas y mínimas mensuales.	Presentar un mapa 1:25.000 o mayor, perfiles o cortes geológicos y una columna estratigráfica.
Viento: dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.	
Radiación solar.	
Nubosidad.	
Evaporación.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (p. 12).

Tabla 73. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema abiótico 2.

Hídrico		
Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización	Hidrogeología
Realizar el inventario y cuantificación de los usos y usuarios, tanto actuales como potenciales de las fuentes que va a intervenir por el proyecto.	Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales y huevos de helmintos.	Presentar el mapa hidrogeológico a escala 1:25.000 o mayor, localizando puntos de agua, tipo de acuífero, dirección de flujo del agua subterránea y zonas de recarga y descarga.
Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno.	Caracterización hidrobiológica: perifiton, plancton, bentos, macrófitas y fauna íctica.	
	Para el monitoreo se debe seguir la Guía de monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas elaborada por el Ideam o aquella que la adicione o modifique.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (p. 10).

Tabla 74. Datos adicionados a los términos de referencia en exploración, sistema biótico.

Terrestre	Acuático	
Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
Establecer las unidades de paisaje regional y su interacción con el proyecto. Analizar la visibilidad y calidad paisajística. Describir el proyecto dentro del componente paisajístico de la zona. Identificar los sitios de interés paisajístico.	Las especies de interés identificadas en la clasificación taxonómica se deben informar a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Instituto Alexander Von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, entre otras, para lo cual se debe solicitar previamente el permiso de investigación científica.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (pp. 12 y 14).

En el sistema antrópico no se encuentran mayores diferencias en los términos de referencia de exploración y explotación.

De acuerdo con los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo (2010) para el sector de hidrocarburos, a continuación se presenta la matriz de la actividad producción en pozos para cada sistema (abiótico, biótico o antrópico).

Sistema abiótico

Los parámetros básicos para evaluar el clima, la calidad del aire y la presión sonora que se deben considerar según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 75. Sistema abiótico componente atmosférico.

Atmosférico		
Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)
Temperatura.	La información, se debe presentar en mapas escala 1:25.000 o mayor y de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire	La información, se debe presentar en mapas escala 1:25.000 o mayor y de acuerdo con lo establecido en el protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire
Presión atmosférica.	. Evaluar la calidad del aire considerando las fuentes de emisiones atmosféricas (gases y material articulado) existentes en la zona: fijas, lineales y de área y móviles.	Realizar monitoreos de los niveles de presión sonora de emisión de ruido en zonas de áreas sensibles, tomando registros en horarios diurnos y nocturnos. Dichos resultados se deben presentar de acuerdo con el informe técnico de que trata la Resolución 627 de 2006 o en la norma que la modifique, adicione o sustituya.
Precipitación: media mensual y anual.	. Evaluar la calidad del aire considerando la ubicación cartográfica de los asentamientos poblacionales, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación	
Humedad relativa: media, máximas y mínimas mensuales.	Adelantar un programa de monitoreo del recurso aire en varios puntos de muestreo durante la elaboración del estudio. Este monitoreo debe estar de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.	Presentar en planos las curvas de igual presión sonora (isófonas) en la zona de influencia del proyecto, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Resolución 627 de 2006 o en la norma que la modifique, adicione o sustituya. Estos niveles se deben comparar con las normas vigentes, de acuerdo con los usos del suelo.
Viento: dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la rosa de los vientos.	Los parámetros que se deben medir son los que establezca el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, en todo caso se deben tener en cuenta las fuentes de emisión (fijas y móviles) cercanas a la zona de interés y realizados por laboratorios acreditados por el Ideam, tanto para la toma de muestras y análisis de laboratorio..	
Radiación solar.		
Nubosidad.		
Evaporación.		

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar la geología, la geomorfología, la capacidad del suelo que se deben considerar según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 76. Sistema abiótico componente terrestre.

Terrestre		
Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)
Presentar un mapa 1:25.000 o mayor, perfiles o cortes geológicos y una columna estratigráfica.	Morfogénesis (análisis del origen de las diferentes unidades de paisaje)	Presentar mapas a escala de 1:25.000 o mayor, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades del proyecto con los cambios en el uso del suelo.
Presentar la cartografía geológica actualizada con base en fotointerpretación y control de campo. Debe presentarse un mapa a escala 1:10.000 o mayores.	Morfografía (análisis de las formas de las laderas)	
Meteorización. Se definirán con base en clasificaciones conocidas (Deere & Patton o Dearman, entre otros).	Morfodinámica (análisis de los procesos de tipo denudativo).	Presentar la clasificación agrológica de los suelos, identificar el uso actual y potencial del suelo y establecer los conflictos de uso del suelo y su relación con el proyecto.
Geotecnia	Morfoestructuras (análisis y mapeo de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve).	
Se deberá presentar la caracterización geotécnica de las áreas donde se implantarán los elementos del proyecto junto con los estudios realizados para las obras de control, la cual debe incluir la información básica de los análisis geotécnicos realizados.	Las siguientes son las variables que se deben integrar dentro del proceso de análisis: a) Espesor de suelos y formaciones superficiales. b) Condiciones de precipitación promedio mensual para los tres meses más lluviosos de la zona, realizando la vinculación al tema de intensidad de lluvias como factor detonador de procesos de inestabilidad de ladera. c) Factor de sismicidad. d) Tipo de cobertura vegetal que presenta el terreno e) Presencia de fallas geológicas activas o potencialmente activas o zonas de deformación por fallas geológicas. f) Importancia de procesos de erosión/sedimentación. g) Información hidrogeológica. h) Dirección del talud respecto a la dirección dominante de lineaciones.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar la hidrología, el uso del suelo, la calidad del agua y la hidrogeología que se deben considerar según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 77. Sistema abiótico componente hídrico 1.

Hídrico	
Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)
Área de influencia indirecta:	Realizar el inventario y cuantificación de los usos y usuarios, tanto actuales como potenciales de las fuentes que va a intervenir el proyecto.
Identificar los sistemas lénticos y lóticos.	
Establecer los patrones de drenaje a nivel regional.	Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes periodos de retorno.
Identificar el régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes.	
Área de influencia directa:	
Identificar el tipo y distribución de las redes de drenaje.	
Identificar los sistemas lénticos, permanentes e intermitentes.	
Describir y localizar la red hidrográfica e Identificar la dinámica fluvial de las fuentes que puede afectar el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).	
Realizar el inventario de las principales fuentes de contaminación, identificando el generador y tipo de vertimiento.	
Determinar el régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de las fuentes que se van a intervenir. Presentar con claridad la metodología utilizada para la estimación de dichos caudales y la representatividad de dichas estimaciones.	
La información se debe presentar en planos a escala 1:25.000 o mayor.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar la hidrología, el uso del suelo, la calidad del agua y la hidrogeología que se deben considerar según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 78. Sistema abiótico componente hídrico 2.

Hídrico	
Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización	Hidrogeología
Para las fuentes de agua susceptibles de intervención (captaciones, vertimientos, ocupación de cauces, entre otras) localizadas en el área de influencia directa del proyecto, realizar la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica, considerando al menos dos periodos climáticos (época seca y época de lluvias).	<p>Área de influencia indirecta:</p> <p>Analizar las unidades litológicas frente a su comportamiento hidrogeológico (acuíferos, acuíclados, acuíardos y acuífugos) y para las unidades que conforman acuíferos, presentar la siguiente información:</p>
Los sitios de muestreo deben georreferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Servirán de base para establecer la red de monitoreo que permita el seguimiento del ecosistema hídrico durante la construcción y operación del proyecto. Presentar los métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos.	Tipo de acuífero.
	Redes de flujo del agua subterránea (determinada con red de monitoreo o estimada)
	Zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos
Medir por lo menos los siguientes parámetros a través de laboratorios acreditados por el Ideam, tanto para la toma de muestras como para el análisis de parámetros:	La información se debe presentar en mapas a escala representativa de la magnitud del proyecto.
	En el área de influencia directa se debe anexar
Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.	- Inventario y georreferenciación de captaciones de agua subterránea que incluya pozos, aljibes y manantiales, determinando el nivel de la tabla de agua, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos, número de usuarios.
Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl-), sulfatos (SO ₄), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.	- Analizar y clasificar todas las unidades litológicas presentes, frente a su comportamiento hidrogeológico (acuíferos, acuíclados, acuíardos y acuífugos).
	- Realizar la caracterización hidrogeológica de todos los acuíferos presentes, que serán intervenidos por la obra incluyendo la siguiente información: espesor, litología, características hidráulicas (transitividad, coeficiente de almacenamiento), niveles de la tabla de agua.
Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales y huevos de helmintos.	- Establecer la red de monitoreo, con los puntos de agua subterránea existentes, para realizar la caracterización físico-química y bacteriológica y determinar las redes de flujo del agua subterránea, de los acuíferos o sistemas acuíferos intervenidos.

Hídrico	
Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización	Hidrogeología
Caracterización hidrobiológica: perifiton, plancton, bentos, macrófitas y fauna ictica.	- Determinar o estimar la dirección del flujo del agua subterránea, posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales y zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
Para el monitoreo se debe seguir la Guía de Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas elaborada por el Ideam o aquella que la adicione o modifique. x	Para la caracterización físico-química y bacteriológica se deben medir los siguientes parámetros: - Caracterización física: temperatura, sólidos totales, sólidos en solución, conductividad eléctrica, pH, turbidez.
	- Caracterización química: oxígeno disuelto, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fosfatos, potasio, arsénico, alcalinidad y acidez.
	La información se debe presentar por mapas temáticos, en una escala representativa a la magnitud del proyecto y a la cantidad y calidad de información. El mapa hidrogeológico debe ir acompañado de perfiles y un bloque o diagrama que represente el modelo hidrogeológico conceptual del sitio.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar el paisaje, la vegetación, el suelo y la fauna terrestre que se deben considerar según los términos de referencia del sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 79. Sistema biótico componente terrestre 1.

Terrestre	
Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)
<p>Especificar si en el área de influencia del proyecto se presentan áreas protegidas legalmente declaradas o en proceso de declaración, así como ecosistemas estratégicos y ambientalmente sensibles, establecidos a nivel nacional, regional o local.</p> <p>Si es el caso de que existan este tipo de ecosistemas, se debe identificar, caracterizar y delimitar cartográficamente a escala adecuada que permita su ubicación con respecto al proyecto.</p>	<p>Las coberturas vegetales por cada ecosistema se deben identificar con base en la leyenda utilizada en el Mapa de Cobertura de la Tierra de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Sistema biótico

La información debe tener carácter integral, de tal manera que permita obtener una caracterización de este medio y se determine su sensibilidad, para posteriormente contrastarla con las actividades del proyecto³⁸.

Los parámetros básicos para evaluar el paisaje, la vegetación, el suelo y la fauna terrestre que se deben considerar según los términos de referencia del sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

³⁸ Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010), p. 17.

Tabla 80. Sistema biótico componente terrestre 2.

Terrestre	
Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)
<p>Especificar si en el área de influencia del proyecto se presentan áreas protegidas legalmente declaradas o en proceso de declaración, así como ecosistemas estratégicos y ambientalmente sensibles, establecidos a nivel nacional, regional o local. Si es el caso de que existan este tipo de ecosistemas, se deben identificar, caracterizar y delimitar cartográficamente a escala adecuada que permita su ubicación con respecto al proyecto.</p>	<p>Se deben identificar las zonas de vida existentes en el área de estudio, de igual forma los ecosistemas de acuerdo con el Mapa Nacional de Ecosistemas Marinos y Terrestres para Colombia (Ideam, IIAP, Sinchi, IAvH e IGAC, 2007).</p>
<p>Así mismo, se debe presentar la localización del proyecto con respecto a la zonificación y los usos del suelo establecidos en los esquemas o planes de ordenamiento territorial vigentes, para lo cual se debe anexar la certificación expedida por la oficina de planeación municipal y la respectiva cartografía a escala 125000.</p>	<p>Área de influencia directa: es necesario caracterizar los grupos faunísticos. La información debe involucrar como mínimo los siguientes grupos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Establecer las especies endémicas, vedadas, en categorías de amenaza o de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros, para lo cual se debe consultar la información existente en las entidades especializadas en este tema. En necesario describir las principales cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación y rutas migratorias de las especies más representativas. Determinar en cada una de las unidades vegetales definidas, las interacciones existentes, ya sea como refugio, alimento, hábitat, corredores de migración, sitios de concentración estacional, distribución espacial, entre otros.</p>
<p>En el evento de que el proyecto intervenga áreas de reserva forestal, el usuario del proyecto debe complementar el EIA, de acuerdo con el Anexo 1 que define la información adicional requerida para la sustracción de la reserva forestal, trámite que se adelantará simultáneamente con el de la solicitud de licencia ambiental.</p>	<p>Área de influencia indirecta: Con base en información obtenida, se debe identificar la fauna silvestre asociada a las diferentes unidades de cobertura vegetal. La clasificación taxonómica se debe hacer hasta el nivel sistemático más preciso. Establecer las especies endémicas, vedadas, en categorías de amenaza, o de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros, para lo cual se debe consultar la información existente en las entidades especializadas en este tema.</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar la vegetación y fauna acuáticas que se deben considerar según los términos de referencia del sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 81. Sistema biótico componente acuático.

Acuático	
Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)
<p>Área de influencia directa. Caracterizar los ecosistemas acuáticos (composición y estructura), con base en muestreos de perifiton, plancton, macrófitas, bentos y fauna íctica. Analizar sus diferentes hábitats, la distribución espacial y temporal (dentro de un periodo hidrológico completo) y las interrelaciones con otros ecosistemas. Presentar conclusiones respecto a las especies encontradas para cada cuerpo de agua monitoreado. Los muestreos se deben realizar en los mismos sitios que se empleen para el análisis de calidad fisicoquímica del agua. Así mismo, se deben analizar estas comunidades como indicadores de calidad biológica en concordancia con las características fisicoquímicas registradas en los monitores y establecer grados de contaminación y posibles causas.</p>	
<p>Área de influencia indirecta. Identificar los ecosistemas acuáticos y determinar su dinámica e importancia en el contexto regional.</p>	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Sistema antrópico

Al realizar el diagnóstico de la situación participativa directa de las comunidades se debe tenerse en cuenta, como mínimo, lo siguiente³⁹:

- Características sociales y ambientales del territorio.
- Formas de interacción con el entorno y los impactos que de ellas se deriven.
- Proyectos de desarrollo de las poblaciones que pertenecen a este territorio.
- Impactos derivados del proyecto.
- Medidas de manejo para el control de dichos impactos.
- Posibles sitios de reasentamiento (en el evento de requerirse).

³⁹ (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pág. 17)

Los parámetros básicos para evaluar recursos como la vegetación, el agua, la pesca o el turismo que se deben considerar según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 82. Sistema antrópico componente recursos.

Recursos			
Vegetación	Agua	Pesca	Turismo
Dimensión económica			Paisaje
Área de influencia indirecta			El estudio de paisaje para el área de influencia directa debe contemplar los siguientes aspectos:
Analizar las dinámicas económicas regionales, relacionadas con el proyecto, teniendo en cuenta lo siguiente:			Análisis de la visibilidad y calidad paisajística
Estructura de la propiedad. Procesos productivos y tecnológicos Caracterizar el mercado laboral actual. Identificar los polos de desarrollo o enclaves, que interactúan con el área de influencia del proyecto.			Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona.
Estructura comercial, redes de comercialización, cadenas productivas y su relación en las dinámicas económicas regionales. Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.			Identificación de sitios de interés paisajístico.
Área de influencia directa			En el evento de que la empresa venga desarrollando actividades en el área de influencia directa debe presentar un análisis multitemporal de este elemento.
Determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales, para lo cual se debe analizar:			
Estructura de la propiedad (minifundio, mediana y gran propiedad) y formas de tenencias (tierras colectivas, comunitaria, propiedad privada, entre otras), titularidad de los predios y conflictos asociados a ésta.			
Procesos productivos y tecnológicos de los distintos sectores de la economía, analizando la contribución a la economía local y su efecto sobre las dinámicas regionales, la oferta y demanda de mano de obra.			
Características del mercado laboral actual (ocupación, empleo, desempleo y subempleo), sus tendencias en el corto y mediano plazos.			
Los programas o proyectos privados, públicos o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del proyecto.			
Estructura comercial, redes de comercialización, cadenas productivas y su relación en las dinámicas económicas regionales. Empresas productivas en los sectores primario, secundario y terciario.			
Censo y caracterización de la población cuya base económica depende del área de influencia del proyecto (tipo de actividad, vínculo laboral o productivo, dedicación e ingresos derivados de la actividad).			

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar el uso del suelo y la red vial que se deben considerar según los términos de referencia del sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 83. Sistema antrópico componente infraestructura.

Infraestructura	
Uso del suelo, distribución y tamaño de Núcleos	Red vial
Dimensión espacial	
Área de influencia indirecta	
Hacer una síntesis regional de los servicios públicos y sociales incluyendo la calidad y cobertura, en tanto se relacionen con el proyecto.	
• Área de influencia directa	
Hacer un análisis de la cobertura y calidad de los servicios; establecer la capacidad de carga de la infraestructura de servicios sociales y servicios públicos en tanto se relacionen con el proyecto, así:	
Servicios públicos: acueducto, alcantarillado, sistemas de manejo de residuos (recolección, tratamiento y disposición), energía y telecomunicaciones.	
Servicios sociales: salud, educación, vivienda y recreación.	
Medios de comunicación: radio, prensa, emisoras comunitarias.	
Infraestructura de transporte: vial, aérea, ferroviaria, fluvial y marítima.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar la generación de ingresos, la ocupación de terrenos y la movilidad según los términos de referencia para el sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 84. Sistema antrópico componente estructura.

Estructura		
Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad
Dimensión político-organizativa	Dimensión demográfica	
Aspectos políticos	Área de influencia indirecta	
Identificar los actores sociales que interactúan en el área local del proyecto que representen la estructura de poder existente, analizando el grado de conflictividad generado por su interacción con el resto de la sociedad.	Analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto:	
Presencia institucional y organización comunitaria.	Dinámica de poblamiento: señalar los eventos históricos más importantes que han tenido efecto sobre las dinámicas de poblamiento regional, identificando el tipo de población asentada, las actividades económicas sobresalientes y la tendencia futura de movilidad espacial.	
Elaborar un panorama general sobre la presencia institucional local y la organización comunitaria, relacionadas con el proyecto, analizando los siguientes aspectos:	Área de influencia directa	
La gestión de las instituciones y organizaciones públicas y privadas, reseñando su capacidad de convocatoria y de atender las demandas introducidas por el proyecto. Los actores que intervienen en el conflicto y en la resolución de éstos. Los programas y proyectos existentes y el grado de participación de los municipios y de las comunidades. Los espacios de participación y los interlocutores más representativos de los grupos de interés identificados.	Analizar los siguientes aspectos en relación con las condiciones y demandas del proyecto:	
	Caracterización de grupos poblacionales (indígenas, afrodescendientes, colonos, campesinos y otros). Dinámica poblacional: listado de veredas y demás unidades territoriales afectadas por el proyecto, incluyendo población total y afectada en cada vereda, composición por edad y sexo, tendencia de crecimiento poblacional, población económicamente activa, patrones de asentamiento (nuclear o disperso) y condiciones de vida e índice de NBI.	

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

Los parámetros básicos para evaluar el sistema sociocultural según los términos de referencia del sector hidrocarburos 2010 son los siguientes:

Tabla 85. Sistema antrópico componente superestructura.

Superestructura	
Sistema social	Sistema cultural
Realizar un diagnóstico situacional participativo, donde las comunidades se identifiquen:	Área de influencia indirecta
Las características sociales y ambientales del territorio, las formas de interacción con el entorno y los impactos que de ellas se deriven. Los proyectos de desarrollo de las poblaciones que pertenecen a este territorio. • Los impactos derivados del proyecto Las medidas de manejo para el control de dichos impactos. Posibles sitios de reasentamiento (en el evento de requerirse). •	Caracterización cultural comunidades no étnicas Identificar los hechos históricos (migraciones, adopción de nuevas tecnologías, cambios de actividad productiva, estímulo a procesos de aculturación por presencia de migrantes, etc.), que hayan producido cambios culturales y, efectos en sus estrategias adaptativas. Identificar las bases del sistema sociocultural y describir las prácticas culturales más relevantes por su efecto integrador y de identificación cultural. Identificar los usos tradicionales de los recursos naturales por parte de los habitantes de la región.
•	Caracterización cultural comunidades étnicas Realizar una descripción de las comunidades étnicas presentes, considerando territorios, rutas de movilidad, demografía, economía tradicional, organización social, presencia institucional y prácticas culturales.
	Área de influencia directa
	Caracterización cultural comunidades no étnicas. Para la población asentada en el área local, identificar y analizar los siguientes aspectos:
	Patrimonio cultural vivo: prácticas sociales, tradiciones estéticas, sistema de creencias y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
	Para la población asentada en el área local, identificar y analizar los siguientes aspectos:
	Patrimonio cultural vivo: prácticas sociales, tradiciones estéticas, sistema de creencias y modos de conocimiento perpetuados en el seno de la comunidad.
	Patrimonio arquitectónico y cultural, sitios sagrados, espacios de tránsito y desplazamiento. Espacios de recreación y esparcimiento.
	Modificaciones culturales, identificar, la capacidad de adaptación al cambio y para asimilar valores culturales exógenos que puedan conducir a un cambio cultural (como desplazamientos poblacionales u otros ordenamientos del territorio), precisando la vulnerabilidad frente a la pérdida de autonomía cultural o de los valores fundamentales.
	Bases del sistema sociocultural: describir las prácticas culturales más relevantes que puedan interactuar con el proyecto. - Uso y manejo del entorno: identificar la dinámica de la presión cultural sobre los recursos naturales y evaluar la posible desarticulación en el territorio, por la ejecución del proyecto.
	Redes sociales y de parentesco entre las comunidades del área de influencia directa del proyecto.
	Análisis cultural de las comunidades directamente afectadas mediante la interrelación de los aspectos sociales, ideológicos, político-organizativos y económicos del territorio y las estrategias de intervención sobre el medio y los recursos naturales.
	Análisis cultural de las comunidades directamente afectadas mediante la interrelación de los aspectos sociales, ideológicos, político-organizativos y económicos del territorio y las estrategias de intervención sobre el medio y los recursos naturales.

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Estudios de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos (p. 16).

ANEXO III

Importancia de los efectos negativos y el contenido característico de los estudios ambientales EIA

Tabla 86. Criterios para evaluar la importancia de los efectos negativos.

1.	¿Habrán grandes cambios negativos sobre los aspectos ambientales (agua, biota, sociedad, economía, cultura, aire, suelo, paisaje)?
2.	¿Los nuevos desarrollos estarán fuera de contexto en relación con el entorno existente?
3.	¿El efecto será inusual en el área o será particularmente complejo?
4.	¿El efecto se extenderá sobre un área extensa?
5.	¿Habrà algún impacto que potencialmente pueda extenderse más allá de una frontera internacional?
6.	Según la intensidad de la afectación ¿serán afectadas muchas personas?
7.	¿Habrán modificaciones al estilo de vida tradicional? (Ej.: cambios en el estilo de vida, debidos a nuevos residentes con diferentes valores).
8.	¿Existen conflictos en el uso del suelo? (Ej.: limitado suelo disponible, usos propuestos excluyentes).
9.	¿Existe un desbalance entre la oferta y la demanda de recursos? (Ej.: la oferta de los recursos locales o regionales no tiene capacidad para responder a las demandas impuestas por un proyecto, obra o actividad).
10.	¿Hay peligro de que los estándares, límites y parámetros ambientales permisibles sean excedidos?
11.	¿Hay riesgo de que se afecten aspectos, sitios o áreas protegidas?
12.	¿Existe una alta probabilidad de que el efecto evaluado ocurra?
13.	¿El efecto será continuo por un largo tiempo?
14.	¿El efecto será más permanente que temporal?
15.	¿El efecto será más continuo que intermitente?
16.	¿Si el impacto es intermitente será mas frecuente que escaso?
17.	¿Será el efecto reversible?
18.	¿Será difícil de evitar, o reducir, o reparar o compensar el efecto?
19.	¿Existe capacidad en el municipio para prestar servicios públicos?

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manuales de evaluación de estudios ambientales (p. 57).

Tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como en el Plan de Manejo ambiental deben presentarse las acciones que inciden sobre el ambiente y la forma como se manifiestan.

Tabla 87. Contenido y características de los estudios ambientales.

PARTE DEL ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS O CRITERIOS EVALUATIVOS
Selección de alternativas	Sustentabilidad Espacialidad Coherencia
Descripción del proyecto	Justificación Espacialidad Temporalidad Localización de actividades Complementariedad Suficiencia
Caracterización ambiental	Espacialidad Sustentabilidad Coherencia Integralidad Suficiencia Especificidad Resultados
Zonificación ambiental	Coherencia Sustentabilidad Integralidad Sectorización
Evaluación de impactos	Significancia Coherencia Secuencialidad Integralidad Resultados
Plan de Manejo Ambiental	Suficiencia Coherencia Espacialidad Temporalidad Localización Aplicabilidad

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2002). Manuales de evaluación de estudios ambientales (p. 91).

Debido a la naturaleza de los estudios ambientales, éstos involucran alta complejidad e información técnica de diferentes disciplinas; por lo tanto, en el proceso evaluativo se sugiere conformar grupos de profesionales de diferentes disciplinas en los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos. También se requiere contar con expertos, así se contraten por periodos cortos.

ANEXO IV

Insumo método comparativo con las normas colombianas

Análisis de la resolución 627 de 2006

La Resolución 627 de 2006 en el parágrafo 2 del capítulo 1 establece los horarios en los que aplica la presente resolución.

Tabla 88. Horarios diurno y nocturno de la Resolución 627

Diurno	Nocturno
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

El capítulo 2 menciona que los resultados obtenidos en las medidas de la emisión del ruido se utilizan para verificar los niveles de emisión del ruido por parte de las fuentes, en tanto que en el artículo 9 se habla de los estándares máximos permisibles de emisión de ruido.

Tabla 89. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles ponderados dB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
	Sector D. Zona Suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencial suburbana.	55
Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.			
Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.			

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Es necesario hacer mediciones del ruido ambiental para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido, como se menciona el capítulo 3 de la Resolución 627 de 2003. “Los resultados se llevan a mapas de ruido, los cuales permiten visualizar la realidad en lo que concierne a ruido ambiental, identificar zonas críticas y posibles contaminadoras por emisión de ruido, entre otros. Las mediciones de ruido

ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en el ANEXO IV Insumo método comparativo con las normas colombianas, en lo que respecta a la resolución 627 de 2003”.

Tabla 90. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	70
	Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencial suburbana.	55
Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.			
Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.			

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Es importante tener en cuenta la mención que hace el parágrafo 2 del artículo 17, que dice textualmente: donde los estándares máximos permisibles de ruido

ambiental de la Tabla Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, son superados a causa de fuentes de emisión naturales, sin que exista intervención del hombre, los estándares máximos permisibles de ruido ambiental son los niveles de ruido naturales, como en el caso de cascadas, sonidos de animales en zonas o parques naturales.

El contenido mínimo del informe técnico de las mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental del Artículo 21 aparece a continuación (tabla 91).

Tabla 91. Medición del ruido.

Ficha informe técnico de medición de ruido

1. información general
 Sitio de medición de niveles de presión sonora diurnos. _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición _____ Hora inicial: _____

2. información de los equipos de medida
 Equipo utilizado: _____ Números de Serie del Equipo: _____ Ajuste del instrumento de Medida: _____
 Datos de Calibración: _____ Fecha de vencimiento del certificado de calibración del pistó fono _____

3. características de la medición
 Dirección del viento _____ Temperatura: _____ Humedad: _____
 Velocidad del viento _____ Presión atmosférica: _____
 Lluvia: _____

4. Resultados de la medición
 la duración del tiempo de medición es de quince minutos según se estipula en el Artículo 5° de la resolución 267, debe constar de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba. se deben realizar por lo menos 2 mediciones , uno con las fuentes ruidosas funcionando para el periodo de mayor emisión, otro sin las fuentes funcionando para determinar el ruido residual

5. medidas tomadas en campo

Emisión	distancia metros	P	hora (c/15min)	Laeq.f	Laeq.sf	I max	I min	I 5	I 10	I 50	I 90
nps leq emisión		Ln									
		Lo									
		Ls									
		Le									
		Lv									

6. Calculos

Emisión	distancia metros	P	hora (c/15min)		Leq ponderado (db)	lectura nivel equivalente db(a)	estándar máximo permisible (db)
nps leq emisión		Ln			0	1	
		Lo			0	1	
		Ls			0	1	
		Le			0	1	
		Lv					

P = posición del microfono
 LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.
 LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.
 LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.
 LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.
 LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

Laeq.f = Nivel equivalente resultante de la medición con equipos funcionando
 Laeq.sf = Nivel equivalente resultante de la medición sin equipos funcionando
 li = intensidad a diferentes distancias del objeto
 Responsables del Informe: _____

Fuente: elaboración propia.

De esta manera se informan los resultados de las mediciones del ruido ambiental existentes y los de los cálculos de ruido de actividades proyectadas.

Posteriormente se deben anexar las conclusiones y recomendaciones, junto con el mapa de ruido de la zona en estudio, teniendo en cuenta lo que menciona la Resolución 267 (tabla 92), respecto a la combinación de colores para representaciones gráficas cada 5 dB(A).

Tabla 92. Combinación de colores cada 5(dB).

Zona de Ruido dB(A)	Color	Sombreado
Menor de 35	Verde claro	Puntos pequeños, baja densidad
35 a 40	Verde	Puntos medianos, media densidad
40 a 45	Verde oscuro	Puntos grandes, alta densidad
45 a 50	Amarillo	Líneas verticales, baja densidad
50 a 55	Ocre	Líneas verticales, media densidad
55 a 60	Naranja	Líneas verticales, alta densidad
60 a 65	Cinabrio	Sombreado cruzado, baja densidad
65 a 70	Carmín	Sombreado cruzado, media densidad
70 a 75	Rojo lila	Sombreado cruzado, alta densidad
75 a 80	Azul	Franjas verticales anchas
80 a 85	Azul oscuro	Completamente negro

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2006). Resolución 0627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Análisis de la Resolución 610 de 2010

Al comparar el Artículo 1° de la presente resolución con la Resolución 601 de 2006 se encuentran adiciones o modificaciones a la terminología empleada, por ejemplo:

Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

Nivel normal (Nivel I). Es aquel en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales que no producen efectos nocivos, directos ni indirectos en el medio ambiente o la salud humana.

Nivel de prevención (Nivel II). Se presenta cuando la concentración de los contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente, tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.

Nivel de alerta (III). Se da cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y, en especial, alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida en la población expuesta.

Nivel de emergencia (IV). Se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos y, en especial, de los seres humanos.

Partículas Suspendidas Totales (PST). Material particulado que incluye tanto la fracción inhalable como las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en periodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad.

Material Particulado Menor a 10 Micras (PM10). Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales.

Material Particulado Menor a 2,5 Micras (PM2.5). Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2,5 micrómetros nominales.

El Artículo 2 de la Resolución 610 de 2010 modifica los niveles máximos para contaminantes, en la tabla 85 se muestran los niveles máximos permisibles versus el tiempo de exposición.

Tabla 93. Niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio.

Contaminante	Nivel máximo permisible (µg/m3)	Tiempo de exposición
PST	100	Anual
	300	24 horas
PM10	50	Anual
	100	24 horas
PM2.5	25	Anual
	50	24 horas
SO2	80	Anual
	250	24 horas
	750	3 horas
NO2	100	Anual
	150	24 horas
	200	1 hora
O3	80	8 horas
	120	1 hora
CO	10	8 horas
	40	1 hora

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 0610 de 2010, por la cual se establece la norma nacional de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión.

Los niveles máximos permisibles se calculan con el promedio geométrico para PST y el promedio aritmético para los demás contaminantes.

El Artículo 3 de la Resolución 610 de 2010 modifica los niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos.

En la tabla 94 se presenta la relación entre nivel máximo permisible versus tiempo de exposición, en la tabla 95 la relación con olores ofensivos y en la tabla 96 los tiempos de exposición para los niveles de prevención, alerta y emergencia.

Tabla 94. Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos.

Contaminante no convencional	Nivel máximo permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de exposición
Benceno	5	Anual
Plomo y sus compuestos	0,5	Anual
	1,5	24 horas
Cadmio	5×10^{-3}	Anual
Mercurio inorgánico (vapores)	1	Anual
Tolueno	260	1 semana
	1	30 minutos
Vanadio	1	24 horas

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 0610 de 2010, por la cual se establece la norma nacional de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión.

Tabla 95. Umbrales para sustancias generadoras de olores ofensivos.

Contaminante	Umbral ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Acetaldehído (C ₂ H ₄ O)	380
Ácido butírico (C ₄ H ₈ O ₂)	4,0
Amoníaco (NH ₃)	35,0
Clorofenol (C ₆ H ₅ ClO)	0,1
Dicloruro de azufre (SCl ₂)	4,2
Etil mercaptano (C ₂ H ₅ SH)	0,5
Etil acrilato (C ₅ H ₈ O ₂)	2,0
Estireno (C ₈ H ₈)	200
Monometil amina (CH ₅ N)	27,0
Metil mercaptano (CH ₃ SH)	4,0
Nitrobenceno (C ₆ H ₅ NO ₂)	24,0
Propil mercaptano (C ₃ H ₈ S)	22,0
Butil mercaptano (C ₄ H ₁₀ S)	3,0
Sulfuro de dimetilo (C ₂ H ₅ S)	5,0
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	7,0

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 0610 de 2010, por la cual se establece la norma nacional de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión.

Tabla 96. Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia.

Contaminante	Tiempo de exposición	Estados excepcionales		
		Prevención ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergencia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PST	24 horas	375	625	875
PM10	24 horas	300	400	500
SO ₂	24 horas	500	1000	1600
NO ₂	1 hora	400	800	2000
O ₃	1 hora	350	700	1000
CO	8 horas	17000	34000	46000

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 0610 de 2010, por la cual se establece la norma nacional de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión.

Las tablas 93 y 95 son sugeridas y con ellas se modela el programa de VBA para contaminación del aire. Las Sustancias de interés sanitario son mencionadas en las tablas 98, 99, 100 y 101.

Análisis de la Resolución 0631 de 2015, de los decretos 3090 de octubre 25 de 2010 y 1594 de junio 26 de 1984

Con el fin de construir los parámetros sobre los cuales se puede hacer una evaluación de impacto ambiental se revisaron algunos documentos, como los decretos 3090 de 2010, que trata sobre el nuevo uso de las aguas de generación de vertimientos líquidos, y el 1594 de junio 26 de 1984, en cuanto al uso del agua y los residuos líquidos.

El Decreto 3930 de 2010 deroga el Decreto 1594 de 1984, excepto en los artículos 20 y 21 y fija un régimen de transición legal que deja vigente transitoriamente algunos artículos del 1594 (Artículo 76):

Artículo 76 de 2010, Régimen de transición. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial fijará mediante resolución los usos del agua, criterios de calidad para cada uso, las normas de vertimiento a los cuerpos de agua, aguas marinas, alcantarillados públicos y al suelo y el protocolo para el monitoreo de los vertimientos en aguas superficiales, subterráneas.

Mientras el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expide las regulaciones a que hace referencia en el inciso anterior, en ejercicio de las competencias de que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes los artículos 37 a 48, 72 a 79 y 155, 156, 158, 160, 161 del Decreto 1594 de 1984.

Tabla 97. Artículos del Decreto 1594 de 1984 que tendrían vigencia.

Artículos	Actividad que trata
37 a 48	Esbozan los criterios de calidad para destinación del recurso.
72 a 79	Establecen las normas de vertimientos.
155, 156, 158, 160, 161	Regulan todo el tema de los métodos de análisis y de la toma de muestras.

Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, a partir del 1° de enero de 2016 las empresas que soliciten permisos de vertimientos se deben regir por la Resolución 0631 de 2015, que hace referencia a vertimientos de aguas superficiales y alcantarillados y modifica los artículos del 72 al 79 de las normas de vertimiento del 1984.

A continuación se extractan los aspectos que puede servir para el presente trabajo.

Capítulo 1 del 3930. De disposiciones generales.

Capítulo 2 del 3930. Definiciones.

Este capítulo tiene definiciones para efectos de interpretación y aplicación en temas como el agua, sus concentraciones, los tipos de muestreo y la clase de vertimientos.

Algunas sustancias de interés sanitario del Decreto 1594 de 1984 en los artículos 20 y 21 aparecen a continuación (tabla 98).

Tabla 98. Sustancias de interés sanitario 1.

Sustancias
Arsénico
Bario
Cadmio
Cianuro
Cobre
Cromo
Mercurio
Níquel
Plata
Plomo
Selenio
Acenafteno
Acroleína
Acrilonitrilo
Benceno
Bencidina
Tetracloruro de Carbono (Tetraclorometano)

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 20.

Tabla 99. Sustancias de interés sanitario 2.

Sustancias
1, 2, 4 - Triclorobenceno
Hexaclorobenceno

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 20.

Tabla 100. Sustancias de interés sanitario 3.

Etanos clorados	Cloroalkil éteres	Fenoles dorados diferentes a otros de la lista, incluye cresoles clorados
1, 2 -Dicloroetano	Bis (clorometil) éter	2, 4, 6 - Triclorofenol
1, 1, 1 -Tricloroetano	Bis (2 - cloroetil) éter	Paracloronmetacresol
Hexacloroetano	2 - cloroetil vinil éter (mezclado)	Cloroformo (Triclorometano)
1, 1 -Dicloroetano		2 - Clorofenol
1, 1, 2 -Tricloroetano	Naftalenos dorados	
1. 1. 2. 2 -Tetracloroetano	2 - Cloronaftaleno	Dicloropropano y Dicloropropeno
Cloretano		1, 2 - Dicloropropano
Diclorobencenos	Dicloroetilenos	1, 3 - Dicloropropileno (1, 3 - Dicloropropeno)
1, 2 - Diclorobenceno	1, 1 - Dícloroetileno	2, 4 - Dimetilfenol
1, 3 - Diclorobenceno	1, 2 - Trans-dicloroetileno	
1, 4 - Diclorobenceno	2, 4 - Diclorofenol	Halometanos (diferentes a otros en la lista)
Diclorobencidina		Metilén cloruro (Diclorometano)
3, 3' - Diclorobencidina	Haloéteres (diferentes a otros en la lista)	Metil cloruro (Clorometano)
Dinitrotolueno	4 - Clorofenil fenil éter	Metil Bromuro (Bromometano)
2, 4 - Dinitrotolueno	4 - Bromofenil fenil éter	Bromoformo (Tribromometano)
2, 6 - Dinitrotolueno	Bis (2 - Cloroisopropil) éter	Diclorobromometano
1, 2 - Difenilhidracina	Bis (2 - Cloroetoxi) metano	Triclorofluorometano
Etilbenceno		Diclorodifluorometano
Fluorantero		Clorodibromometano
		Hexaclorobutadieno
		Hexaclorociclopentadieno
		Isoforon
		Naftaleno
		Nitrobenzeno

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 20.

Tabla 101. Sustancias de interés sanitario 4.

Nitrofenoles	Hexaaloeroeiciclohexano (todos los Isómeros)	Ftalato Esteres
2 - Nitrofenol	a -BHC - Alpha	Bis (2 - etilhexil) ftalato
4 - Nitrofenol	b -BHC - Beta	Butil benzil ftalato
2, 4 - Dinitrofenol	r -BHC (lindano) - Gamma	Di - n - butil ftalato
4, 6 - Dinitro - o- Cresol	g -BHC Delta	Di - n - octil ftalato
	Bifenil Policlorados	Dietil ftalato
	PCB - 1242 (Arocloro 1242)	Dimetil ftalato
	PCB - 1254 (Arocloro 1254)	
	PCB - 1221 (Arocloro 1221)	
	PCB - 1232 (Arocloro 1232)	
	PCB - 1269 (Arocloro 1260)	
	PCB - 1016 (Arocloro 1016)	
	Toxafeno	
	Antimonio (total)	
	Asbesto (fibras)	
	Berilio	
	Cinc	
	2, 3, 7, 8 - Tetraclorodibenzo-p-dioxin (TCDD)	
Hidrocarburos aromáticos polinucleares	Pesticidas y metabolitos	Compuestos adicionales
Benzo (a) antraceno (1, 2 - benzantraceno)	Aldrín	Ácido Abiético
Benzo (a) pireno (3, 4 - benzopireno)	Dieldrín	Ácido Dehidroabiético
3, 4 - benzofluoranteno	Clordano	Ácido Isopimárico
Benzo (k) fluoranteno (11, 12 - benzofluoranteno)	DDT y Metabolitos	Ácido Pimárico
Criseno	4, 4' - DDT	Ácido Oleico
Acenaftileno	4, 4' - DDE (p.p' - DDX)	Ácido Linoleico
Antraceno	4, 4' - DDD (p,p - TDE)	Ácido Linolénico
Benzo (ghi) perileno (1, 12 - benzoperileno)	Endosulfan y Metabolitos	9, 10 - Acido Epoxisteárico
Fluoreno	Endrín	9, 10 - Acido Diclorcestarico
Fenantreno	Endrín Aldehído	Ácido Monoclorodehidroabiético
Dibenzo (a, h) Antraceno (1, 2, 5, 6 - dibenzoantraceno)	Heptacloro y Metabolitos	Ácido Diclorodehidroabiético
Indeno (1, 2, 3 - cd) pireno (2, 3- o-fenil enepireno)		3, 4, 5 - Triclouajrane4
Pireno		Tetracloroguaiacol
Tetracloroetileno		Carbamatos
Tolueno		Compuestos fenólicos
Tricloroetileno		Difenil policlorados
Vinti Cloruro (Cloroetileno)		Sustancias de carácter explosivo, radioactivo, patógeno.
Nitrosaminas		
N - Nitrosodifenilamina		
N - Nitrosodi - n - Propilamina		
Pentaclorofenol		
Fenol		
N - Nitrosodimetilamina .		

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 20.

Capítulo 3 del 3930. Del ordenamiento del recurso hídrico.

La autoridad competente será la encargada del proceso de planificación del recurso hídrico, deberá clasificar las aguas en superficiales, subterráneas o marítimas y fijar la destinación del recurso de acuerdo con el aprovechamiento que se haga del mismo.

En este capítulo se menciona cómo priorizar el ordenamiento del recurso hídrico y cuáles son los decretos que aplican. Así como los factores pertinentes señalados en los decretos 2811 de 1974, 2857 de 1981, 1875 de 1979 y 1541 de 1978.

De acuerdo con la importancia de la cuenca, también se hace mención de los elementos mínimos para realizar el ordenamiento del recurso hídrico.

Capítulo 4 del 3930. De la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estearinas y servidas.

Este capítulo se reemplazó por el Capítulo 4 del 1594. De los criterios de calidad para destinación del recurso, debido a que los artículos desde el 37 hasta el 48 de este capítulo siguen vigentes mientras no aparezca otra norma que los sustituya.

Artículo 38 del 1594. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.

Artículo 39 del 1594. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico indican que para su potabilización se requiere sólo desinfección.

Artículos 40 y 41 del 1594. También se relacionan los criterios admisibles para la destinación del recurso para usos agrícola y pecuario.

Además, es importante tener en cuenta que no se aceptará película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por desinfección o tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana. Tampoco materiales dioisótopos y otros no removibles. El nitrógeno y el fósforo deben estar en proporción que no ocasionen eutroficación.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la comparación de los artículos desde el 38 hasta el 41.

Tabla 102. Valores máximos admisibles para diferentes actividades.

Valores máximos admisibles para diferentes actividades		Art. 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Referencia	Expresado como	Valor	Valor	Valor	Valor
Amoniaco	N	1	1	ninguno	ninguno
Arsénico	As	0.05	0.05	0.1	0.2
Bario	Ba	1	1	ninguno	ninguno
Cadmio	Cd	0.01	0.01	0.01	0.05
Cianuro	CN-	0.2	0.2	ninguno	ninguno
Cinc	Zn	15	15	2	25
Cloruros	Cl-	250	250	ninguno	ninguno
Cobre	Cu	1	1	0.2	0.5
Color	Color real	75 unidades, escala Platino - cobalto	20 unidades, escala Platino - cobalto	ninguno	ninguno
Compuestos fenólicos	Fenol	0.002	0.002	ninguno	ninguno
Cromo	Cr ⁶⁺	0.05	0.05	0.1	1
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable	No detectable	ninguno	ninguno
Mercurio	Hg	0.002	0.002	ninguno	0.01
Nitratos	N	10	10	ninguno	ninguno
Nitritos	N	1	1	ninguno	10
pH	Unidades	5.0 - 9.0 unidades	6.5 - 8.5 unidades	ninguno	ninguno
Plata	Ag	0.05	0.05	ninguno	ninguno
Plomo	Pb	0.05	0.05	4.5 - 9.0 unidades	0.1
Selenio	Se	0.01	0.01	5	ninguno
Sulfatos	SO ₄	400	400	0.02	ninguno
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.5	0.5	ninguno	ninguno

Valores máximos admisibles para diferentes actividades		Art. 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Referencia	Expresado como	Valor	Valor	Valor	Valor
Coliformes totales	NMP	20.000 microorganismos/100 ml.	1.000 microorganismos/100 ml.	ninguno	ninguno
Coliformes fecales	NMP	2.000 microorganismos /100 ml.	ninguno	ninguno	ninguno
Turbiedad	UJT	ninguno	10 Unidades Jackson de Turbiedad, UJT	ninguno	ninguno
Aluminio	Al	ninguno	ninguno	5	5
Berilio	Be	ninguno	ninguno	0.1	ninguno
Cobalto	Co	ninguno	ninguno	0.05	ninguno
Flúor	F	ninguno	ninguno	1	ninguno
Hierro	Fe	ninguno	ninguno	5	ninguno
Litio	Li	ninguno	ninguno	2.5	ninguno
Manganeso	Mn	ninguno	ninguno	0.2	ninguno
Molibdeno	Mo	ninguno	ninguno	0.01	ninguno
Níquel	Ni	ninguno	ninguno	0.2	ninguno
Vanadio	V	ninguno	ninguno	0.1	ninguno
Boro	B	ninguno	ninguno	ninguno	5
Nitratos + Nitritos	N	ninguno	ninguno	ninguno	100
Contenido de sales	Peso total	ninguno	ninguno	ninguno	3

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, artículos 38, 39, 40 y 41.

En los artículos 42 y 43 se mencionan los parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de destinar el recurso agua para uso recreativo, ya sea por contacto primario o secundario. El Artículo 44 habla sobre destinación para uso estético.

En la tabla 103 se presentan los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarias.

Tabla 103. Criterios de calidad admisibles (fauna y flora).

Referencia	Expresado como	agua fría dulce	Valor aguas cálida y dulce	Aguas marina y estuarias
Clorofenoles	Clorofenol	0.5	0.5	0.5
Difenil'	Concentración de agente activo	0.0001	0.0001	0.0001
Oxígeno disuelto	-	5	4	4
pH	Unidades de pH	5.5-9.0	4.5-9.0	6.5-8.5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	0.0002	0.0002	0.0002
Amoniaco	NH ₃	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Arsénico	As	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Bario	Ba	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Berilio	Be	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Cadmio	Cd	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Cianuro libre	CN ⁻	0.05 CL	0.05 CL	0.05 CL
Cinc	Zn	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Cloro total residual	Cl ₂	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Cobre	Cu	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Cromo hexavalente	Cr+6	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Fenoles monohídricos	Fenoles	1.0 CL	1.0 CL	1.0 CL
Grasas y aceites	Grasas como porcentaje de sólidos secos	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Hierro	Fe	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Manganeso	Mn	0.1 CL	0.1 CL	0.1 CL
Mercurio	Hg	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Níquel	Ni	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Plaguicidas Organoclorados (cada variedad)	Concentración de agente activo	0.001 CL	0.001 CL	0.001 CL
Plaguicidas organofosforados (cada variedad)	Concentración de agente activo	0.05 CL	0.05 CL	0.05 CL
Plata	Ag	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Plomo	Pb	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Selenio	Se	0.01 CL	0.01 CL	0.01 CL
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0.143 CL	0.143 CL	0.143 CL

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 45.

Como criterios de calidad adicionales para los usos de que trata el presente artículo no deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad fotosintética.

Artículo 48 del 1594. Para el uso industrial no se establecen criterios de calidad, con excepción de las actividades relacionadas con explotación de cauces, playas y lechos, para las cuales se deben tener en cuenta los criterios contemplados en el parágrafo 1 del Artículo 42 y en el Artículo 43 en lo referente a sustancias tóxicas o irritantes, pH, grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana y coliformes totales. Parágrafo. Los criterios de calidad a que hace referencia el presente artículo se aplicarán únicamente cuando haya contacto directo.

Capítulos del 5 al 10 del 3930 de los criterios de calidad para destinación del recurso. En estos capítulos se encuentran las siguientes actividades:

Plazos para publicar los criterios de calidad para el uso de aguas.

Definición del control de los vertimientos, los tiempos y las autoridades encargadas de publicar las normas que se deben cumplir.

Definición de los requerimientos para los permisos de vertimientos, los estudios y la normatividad necesarios, los planes de cumplimiento y los plazos establecidos.

Desarrollo de programas y plazos que se deben cumplir con el nuevo plan de tecnologías limpias, en cuarto a la generación de vertimientos.

Parámetros que se deben seguir para la reglamentación y los permisos de vertimientos.

Capítulo 6. Del vertimiento de los residuos líquidos.

Las obras que solicitaron permiso antes del 1° de enero de 2016 tienen un tiempo de transición durante el cual se rigen por el Decreto 1594 de 1984 y se adaptan a la Resolución 0631 de 2015 en un máximo tiempo, como se establece en la tabla 104.

Tabla 104. Tiempos de transición y régimen transicional para aplicar la norma.

Si el generador cuenta con el permiso de vertimiento y		
está cumpliendo el Decreto 1594 de 1984	NO está cumpliendo el Decreto 1594 de 1985	Si la empresa presenta Plan de Reversión a Tecnologías Limpias (el plazo máximo de solicitud es el 18 de abril de 2016).
2 años	X	X
X	1,5 años	X
X	X	3 años adicionales

Fuente: Soluciones de sostenibilidad (2016). Nueva norma de vertimientos, datos que se deben tener en cuenta.

6.1. De las obras que solicitaron permiso de vertimientos antes de 2016

Artículo 61. Se prohíbe la inyección de residuos líquidos en un acuífero, salvo que se trate de la reinyección de las aguas provenientes de la exploración y la explotación petrolífera y de gas natural, siempre y cuando no se impida el uso actual o potencial del acuífero.

Artículo 66. Las normas de vertimiento se fijarán teniendo en cuenta los criterios de calidad establecidos para los usos asignados al recurso. El control de los criterios de calidad se hará por fuera de la zona de la mezcla, la cual será determinada por cada situación específica por la Emar.

Artículo 70. Los sedimentos, lodos y sustancias sólidos provenientes de sistemas de tratamiento de agua o equipos de contaminación ambiental, y otras tales como cenizas, cachaza y bagazo, no podrán disponerse en cuerpos de aguas superficiales, subterráneas, marinas, estuarias o sistemas de alcantarillado, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales en materia de residuos sólidos.

Tabla 105. Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento.

Referencia	Usuario existente	Usuario nuevo
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	≤ 40°C	≤ 40°C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción ≥ 80% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 72.

Si el vertimiento se realiza a un alcantarillado público, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

Tabla 106. Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento a un alcantarillado.

Referencia	Valor	
pH	5 a 9 unidades	
Temperatura	≤ 40°C	
Ácidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación; sustancias explosivas o inflamables	Ausentes	
Sólidos sedimentables	≤ 10 ml/l	
Sustancias solubles en hexano	≤ 100 mg/l	
Referencia	Usuario existente	Usuario nuevo
Sólidos suspendidos para desechos domésticos e industriales	Remoción ≥ 50% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Demanda bioquímica de oxígeno:		
Para desechos domésticos	Remoción ≥ 30% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción ≥ 30% en carga	Remoción ≥ 80% en carga
Caudal máximo	1,5 veces el caudal promedio horario	

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 73.

Tabla 107. Concentraciones para el control de la carga de algunas sustancias de interés sanitario.

Sustancia	Expresada como	Concentración (mg/L)
Arsénico	As	0.5
Bario	Ba	5
Cadmio	Cd	0.1
Cobre	Cu	3
Cromo	Cr ⁺⁶	0.5
Compuestos fenólicos	Fenol	0.2
Mercurio	Hg	0.02
Níquel	Ni	2
Plata	Ag	0.5
Plomo	Pb	0.5
Selenio	Se	0.5
Cianuro	CN-	1
Difenil policlorados	Concentración de agente activo	No detectable
Mercurio orgánico	Hg	No detectable
Tricloroetileno	Tricloroetileno	1
Cloroformo	Extracto carbón	1
	Cloroformo (ECC)	
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	1
Dicloroetileno	Dicloroetileno	1
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	1
Otros compuestos organoclorados, cada variedad	Concentración de agente activo	0,05
Compuestos organofosforados, cada variedad	Concentración de agente activo	0,1
Carbamatos		0,1

Fuente: Decreto 1594 de 1984 (1984). En cuanto al uso del agua y los residuos líquidos, Artículo 74.

Artículo 76. Cuando la carga real en el vertimiento sea mayor que la carga máxima permisible (CMP), aquella se deberá reducir en condiciones que no sobrepase la carga máxima permisible.

6.1. De las obras que se solicitaron permisos de vertimientos después de 2016

Los únicos que tendrán beneficio de periodo de transición serán quienes tramiten permisos hasta el 31 de diciembre de 2015. Si radica a partir del 1° de enero de 2016 no tiene periodo de transición, lo regirá la Resolución 0631 de 2015.

En la Resolución 0631 de 17 de marzo de 2015 se describen las actividades comerciales industriales o de servicios correspondiente a los hidrocarburos (páginas 39, 40 y 41).

Tabla 108. Resumen definición de actividades según la Resolución 0631 de 2015.

Actividad	Exploración y perforación	Producción	Refinación	Ventas y distribución	Transporte y almacenamiento
Parámetro	Upstream	Upstream	Sin definir	Downstream	Midstream
Descripción	Todo tipo de pozos	Extracción de petróleo	Producción de combustible, gasolina, disolvente entre otros.	Comercio	Mantenimiento de gasoducto y oleoducto.

Fuente: elaboración propia.

Una vez se tiene claro en qué consiste cada actividad, se revisa la tabla 109 y se obtienen los valores permisibles para diferentes parámetros.

Tabla 109. Artículo 11, De los vertimientos en actividades de hidrocarburos.

Parámetro	Unidades	Exploración (Upstream)	Producción (Upstream)	Refino	Venta y Distribución (Downstream)	Transporte y Almacenamiento (Midstream)
Generales						
Ph	Unidades de Ph	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00	6.00 a 9.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O2	400	180	400	180	180
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L O2	200	60	200	60	60
Solidos Suspendidos totales (SST)	mg/L	50	50	50	50	50
Solidos Sedimentables (SSED)	ml/L	1	1	1	1	1
Grasas y Aceites	ml/L	15	15	15	15	15
Fenoles	ml/L	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Sustancias activas azul de metileno	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
hidrocarburos						
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	10	10	10	10	10
Hidrocarburos Aromáticos Polícíclicos (HAP)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	
BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	
Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Compuestos de fosforo						
Fosforo Total (P)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Orto fosfatos (P-PO4)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	
Compuesto de Nitrógeno (N-NH3)						
Nitratos (N-NO3)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Nitrógeno Amoniacal (N-Nh3)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Nitrógeno Total(N)	mg/L	10	10	10 0 40 si en el proceso de refino se incluyen actividades de refinación	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Iones						
Cianuro Total	mg/L	1	1	1		
cloruros (Cl-)	mg/L	1200	1200	500	250	250
Fluoruros (F-)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Sulfatos (SO-)	mg/L	300	300	500	250	250
Sulfuros (S2-)	mg/L					

Metales y metaloides						
Arsenico (As)	mg/L	0.1	0.1	0.1		
Bario (Ba)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.1	0.1	0.1		
Cinc (Zn)	mg/L	3	3	3		
cobre (Cu)	mg/L	1	1	1		
Cromo (Cr)	mg/L	0.5	0.5	0.5		
Hierr0 (Fe)	mg/L	3	3	3		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.01	0.01	0.01		
Níquel (Ni)	mg/L	0.5	0.5	0.5		
Plata (Ag)	mg/L	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte		
Plomo (Pb)	mg/L	0.2	0.2	0.1		
Selenio (Se)	mg/L	0.2	0.2	0.2		
Vanadio (V)	mg/L	1	1	1		
Otros parámetros para análisis y reporte						
Acidez total	mg/L CaCO3	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Alcalinidad total	mg/L CaCO3	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Dureza Cálctica	mg/L CaCO3	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte
Dureza total	mg/L CaCO3	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte	Análisis y reporte

Fuente: Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015. Valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas a cuerpos de agua superficiales de actividades asociadas con hidrocarburos. Artículo 11.

En los artículos 155 y 156 del 1594 se consideran los métodos de análisis y toma de muestras oficialmente aceptadas, también se establecen los procedimientos de conducción de bioensayos acuáticos, en lo referente a técnicas de muestreo y métodos de análisis.

Tabla 110. Medición de la calidad del agua.

Ficha informe técnico de reporte de resultados						
1. información general						
coordenada norte: _____		Sitio de medición puntual, agua superficial: _____		Fecha de medición: _____		
coordenada este: _____						
2. medidas tomadas en campo						
valores máximos admisibles para diferentes actividades		Valor de la medición en sitio	Límites decreto 1594 DE 1984			
Referencia	Expresado como en mg/L		Art 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Amoniaco	N		1	1	No especificado	No especificado
Arsénico	As		0.05	0.05	0.1	0.2
Bario	Ba		1	1	No especificado	No especificado
Cadmio	Cd		0.01	0.01	0.01	0.05
Cianuro	CN-		0.2	0.2	No especificado	No especificado
Cinc	Zn		15	15	2	25
Cloruros	Cl-		250	250	No especificado	No especificado
Cobre	Cu		1	1	0.2	0.5
Color	upc		75 unidades, escala Platino - cobalto	20 unidades, escala Platino - cobalto	No especificado	No especificado
Compuestos Fenólicos	Fenol		0.002	0.002	No especificado	No especificado
Cromo	Cr ⁺⁶		0.05	0.05	0.1	1
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo		No detectable	No detectable	No especificado	No especificado
Mercurio	Hg		0.002	0.002	No especificado	0.01
Nitratos	N		10	10	No especificado	ninguno
Nitritos	N		1	1	No especificado	10
pH	Unidades		5.0 - 9.0 unidades	6.5 - 8.5 unidades	No especificado	No especificado
Plata	Ag		0.05	0.05	No especificado	No especificado
Plomo	Pb		0.05	0.05	4.5 - 9.0 unidades.	0.1
Selenio	Se		0.01	0.01	5	No especificado
Sulfatos	SO ₄		400	400	0.02	No especificado
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno		0.5	0.5	No especificado	No especificado
Coliformes totales	NMP		20.000 microorganismos/100 ml.	1.000 microorganismos/100 ml.	No especificado	No especificado
Coliformes fecales	NMP		2.000 microorganismos /100 ml.	ninguno	No especificado	No especificado
Turbiedad	UJT		No especificado	10 Unidades Jackson de	No especificado	No especificado
Aluminio	Al		No especificado	No especificado	5	5
Berilio	Be		No especificado	No especificado	0.1	No especificado
Cobalto	Co		No especificado	No especificado	0.05	No especificado
Flúor	F		No especificado	No especificado	1	No especificado
Hierro	Fe		No especificado	No especificado	5	No especificado
Litio	Li		No especificado	No especificado	2.5	No especificado
Manganeso	Mn		No especificado	No especificado	0.2	No especificado
Molibdeno	Mo		No especificado	No especificado	0.01	No especificado
Niquel	Ni		No especificado	No especificado	0.2	No especificado
Vanadio	V		No especificado	No especificado	0.1	No especificado
Boro	B		No especificado	No especificado	No especificado	5
Nitratos + Nitritos	N		No especificado	No especificado	No especificado	100
Contenido de sales	Peso total		No especificado	No especificado	No especificado	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 111. Evaluación de la calidad del agua.

Ficha informe comparacion y resultados						
1. información general						
coordenada norte: _____		Sitio de medición puntual, agua superficial: _____		Fecha de medición: _____		
coordenada este: _____						
2. medidas tomadas en campo						
valores máximos admisibles para diferentes actividades		Valor de la medición en sitio	Límites decreto 1594 DE 1984			
Referencia	Expresado como en mg/L		Art 38 requiere tratamiento convencional	Art. 39 requiere desinfección	Art 40. admisible uso agrícola	Art 41. admisible uso pecuario
Amoniaco	N					
Arsénico	As					
Bario	Ba					
Cadmio	Cd					
Cianuro	CN-					
Cinc	Zn					
Cloruros	Cl-					
Cobre	Cu					
Color	upc					
Compuestos Fenólicos	Fenol					
Cromo	Cr ⁶					
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo					
Mercurio	Hg					
Nitratos	N					
Nitritos	N					
pH	Unidades					
Plata	Ag					
Plomo	Pb					
Selenio	Se					
Sulfatos	SO ₄					
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno					
Coliformes totales	NMP					
Coliformes fecales	NMP					
Turbiedad	UJT					
Aluminio	Al					
Berilio	Be					
Cobalto	Co					
Flúor	F					
Hierro	Fe					
Litio	Li					
Manganeso	Mn					
Molibdeno	Mo					
Níquel	Ni					
Vanadio	V					
Boro	B					
Nitratos + Nitritos	N					
Contenido de sales	Peso total					

Fuente: elaboración propia.

En caso de tener vertimientos se debe considerar la siguiente tabla y comparar con los datos de los artículos 72, 73 y 74, con el fin de verificar si se cumple con los límites máximos permisibles.

Tabla 112. Evaluación de los vertimientos.

Ficha informe técnico de reporte de resultados			
1. información general			
Sitio de medición puntual, agua superficial: _____		fecha de medición: _____	
coordenada norte: _____		coordenada este: _____	
2. medidas tomadas en campo			
Referencia " Normas mínimas que debe a cumplir todo vertimiento."	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 72	
pH			
Temperatura			
Material flotante			
Grasas y aceites			
Sólidos suspendidos, domésticos o industriales			
Referencia "Normas mínimas que debe cumplir todo vertimiento a un alcantarillado."	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 73	
pH			
Temperatura			
Acidos, bases o soluciones ácidas o básicas que puedan causar contaminación; sustancias explosivas o inflamables			
Sólidos sedimentables			
Sustancias solubles en hexano			
Sólidos suspendidos para desechos domésticos e industriales			
Demanda bioquímica de oxígeno:			
Para desechos domésticos			
Para desechos industriales			
Caudal máximo			
Sustancia "Concentraciones para el control de la carga de algunas sustancias de interés sanitario"	Expresada como	Valor medido en campo	Resultado de la comparación Art. 74
Arsénico	As		
Bario	Ba		
Cadmio	Cd		
Cobre	Cu		
Cromo	Cr ⁺⁶		
Compuestos fenólicos	Fenol		
Mercurio	Hg		
Níquel	Ni		
Plata	Ag		
Plomo	Pb		
Selenio	Se		
Cianuro	CN-		
Difenil policlorados	Concentración de agente activo		
Mercurio orgánico	Hg		
Tricloroetileno	Tricloroetileno		
Cloroformo	Extracto Carbón		
	Cloroformo (ECC)		
Tetracloruro de Carbono	Tetracloruro de Carbono		
Dicloroetileno	Dicloroetileno		
Sulfuro de Carbono	Sulfuro de Carbono		
Otros compuestos organoclorados, cada variedad	Concentración de agente activo		
Compuestos organofosforados, cada variedad	Concentración de agente activo		
Carbamatos			

Fuente: elaboración propia.

ANEXO V

Etapas de un plan de abandono y restauración en las diferentes actividades petroleras

- **Objetivos:** proveer un plan que permita reparar los efectos causados por las diferentes actividades durante su desmonte.
- **Etapas del desarrollo del programa:** fase posoperativa.
- **Componentes del plan de restauración y abandono.** Comprende el desmantelamiento de todas las instalaciones construidas (facilidades) por el contratista para el desarrollo del programa, la limpieza final del área ocupada por dichas facilidades, la disposición de residuos, la recuperación de las áreas afectadas por el proyecto y el saneamiento de compromisos adquiridos con la comunidad.
- **Desmantelamiento de las instalaciones construidas,** salvo aquellas que hayan sido acordadas entre el contratista y la comunidad.
- **Limpieza final del área.** Retiro de los materiales ajenos a las áreas ocupadas por el programa. La limpieza se extiende a trochas y caminos utilizados para acceder a las instalaciones temporales, consiste en retirar de las áreas ocupadas por el programa todos los materiales ajenos a éstas, residuales o no. En consecuencia, si no se encuentra alguna afectación causada por el proyecto se deben aplicar las medidas de mitigación, corrección o compensación pertinentes.
- **Clausura de los sistemas de tratamiento de residuos.** Los sistemas de tratamiento de agua residual deben clausurarse al finalizar cada proyecto.
- **Recuperación de áreas afectadas.** Es necesario realizar tareas de conformación morfológicamente, reforestación, empradización, planificación y fertilización.
- **Análisis del estado de compromisos del programa.** Antes del abandono el contratista y el interventor hacen una revisión detallada del estado de los compromisos adquiridos con la comunidad. Los pendientes que resulten después de la revisión deben ser satisfechos antes de que el contratista abandone la zona.
- **Responsable:** compañía operadora.

Luego de que la vida comercial del campo llega a su fin es necesario hacer un desmantelamiento de las instalaciones y restaurar las áreas del proyecto afectadas.

Limpieza final de las áreas ocupadas

Esta actividad se realiza en los sitios intervenidos por cada una de las actividades petroleras (exploración, perforación o producción).

Tabla 113. Identificación y saneamiento del pasivo ambiental.

COMPONENTE DEL PASIVO	ACCIONES DE RESTAURACION
Áreas destinadas para la disposición de materiales sobrantes de excavación (ZODMEs)	Mantenimiento de obras (drenajes; obras de estabilización, etc.).
	Integración al paisaje. Revegetalización - recuperación de la cobertura vegetal.
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del área.
Taludes de corte y relleno	Mantenimiento de obras (drenajes; obras de estabilización, etc.).
	Integración al paisaje. Revegetalización - recuperación de la cobertura vegetal.
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del talud.
Piscinas	Descontaminación y tratamiento de los residuos del proceso.
	Tapado y recuperación de la cobertura vegetal.
	Estabilización del área, si se requiere.
Sistemas o áreas de disposición de residuos	Cierre (clausura) del sistema (Ver numeral 6).
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del área.
Sistemas o áreas de disposición de residuos (Continuación)	Integración al paisaje. Revegetalización - recuperación de la cobertura vegetal.
	Descontaminación y tratamiento de los residuos del proceso, cuando se requiera.
Pozos e instalaciones de perforación	Cierre del pozo, satisfaciendo normas establecidas por el Ministerio de Minas y Energía. El cierre se realiza tan pronto como se decida el abandono.
	Recuperación morfológica (cuando se requiera) y revegetalización del área ocupada por el pozo.
	Estabilización (geotécnica) del plano, cuando se requiera.
Fuentes de materiales	Recuperación morfológica (cuando se requiera) y ejecución obras estabilización
	Recuperación cobertura vegetal
Recursos naturales (suelo; agua) contaminados	Diagnóstico de la situación y definición de la tecnología de descontaminación
	Desarrollo del proceso de descontaminación.
	Entrega del recurso recuperado.

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (1997). Guía ambiental para el desarrollo de campos petroleros (p. 171).

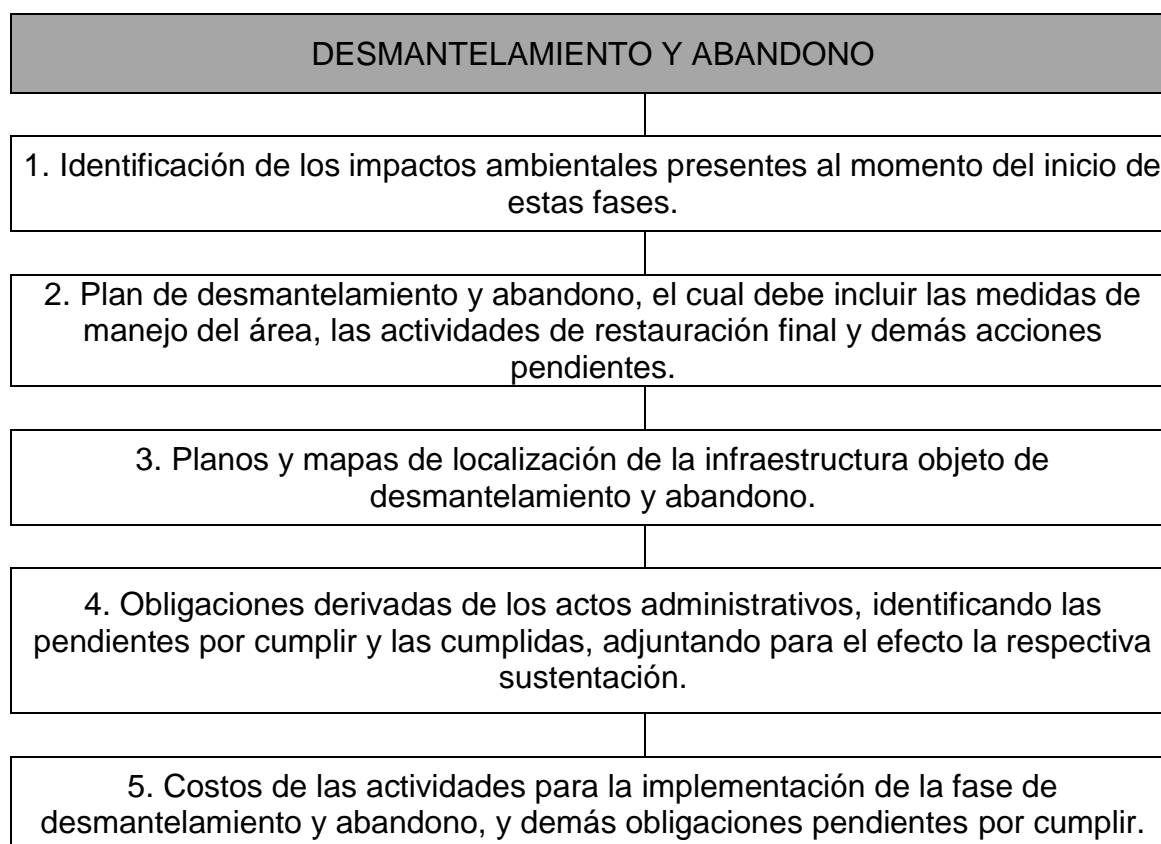
Cada actividad requiere cerrarse en su debido momento una vez terminada.

ANEXO VI

Contenidos básicos de un desmantelamiento y abandono

Cuando un proyecto, obra o actividad inicie su fase de desmantelamiento y abandono el titular debe presentar a la autoridad ambiental competente, por lo menos con tres (3) meses de anticipación, un estudio con unas actividades mínimas en esta fase.

Tabla 114. Contenido mínimo de la fase desmantelamiento y abandono.



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 de 2015 (p. 214).

La autoridad ambiental, en un término máximo de un (1) mes, debe verificar el estado del proyecto y declarar iniciada dicha fase mediante un acto administrativo, en el que da por cumplidas las obligaciones ejecutadas e impone el plan de

desmantelamiento y abandono que incluya, además, el cumplimiento de las obligaciones pendientes y las actividades de restauración final.

Una vez declarada esta fase, el titular del proyecto, obra o actividad debe allegar en los siguientes cinco (5) días hábiles una póliza que ampare los costos de las actividades descritas en el plan de desmantelamiento y abandono, la cual debe estar constituida a favor de la autoridad ambiental competente y cuya renovación se debe realizar anualmente y por tres (3) años más de terminada dicha fase.

Aquellos proyectos, obras o actividades que tengan vigente una póliza o garantía bancaria dirigida a garantizar la financiación de las actividades de desmantelamiento, restauración final y abandono no deben suscribir una nueva póliza sino que allegar copia de ésta ante la autoridad ambiental, siempre y cuando se garantice el amparo de los costos establecidos en el literal e) del presente artículo.

Una vez cumplida esta fase, la autoridad ambiental competente debe mediante acto administrativo dar por terminada la licencia ambiental.

Parágrafo 1°. El área de la licencia ambiental en fase de desmantelamiento y abandono podrá ser objeto de licenciamiento ambiental para un nuevo proyecto, obra o actividad, siempre y cuando dicha situación no interfiera con el desarrollo de la mencionada fase.

Parágrafo 2°. El titular del proyecto, obra o actividad deberá contemplar que su plan de desmantelamiento y abandono, además de los requerimientos ambientales, contemple lo exigido por las autoridades competentes en materia de minería y de hidrocarburos en sus planes específicos de desmantelamiento, cierre y abandono respectivos.

Artículo 43. Del Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos. Para el seguimiento de los proyectos, obras o actividades objeto de licencia ambiental o plan de manejo ambiental, las autoridades ambientales adoptarán los criterios definidos en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Parágrafo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con apoyo de la ANLA actualizará el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos en un término no mayor a seis (6) meses a partir de la publicación del presente Decreto.

ANEXO VII

Con respecto a la programación en VBA.

Dando cumplimiento al alcance de este trabajo, se desarrolló el aplicativo en VBA® para las todas las actividades petroleras desarrolladas en este documento con las afectaciones ambientales DAA, EIA y PMA causadas.

Para dar comienzo a la programación fue necesario construir los diagramas de flujo que permitieran la ejecución de la macro.

Se construyó un diagrama general para programar la macro.

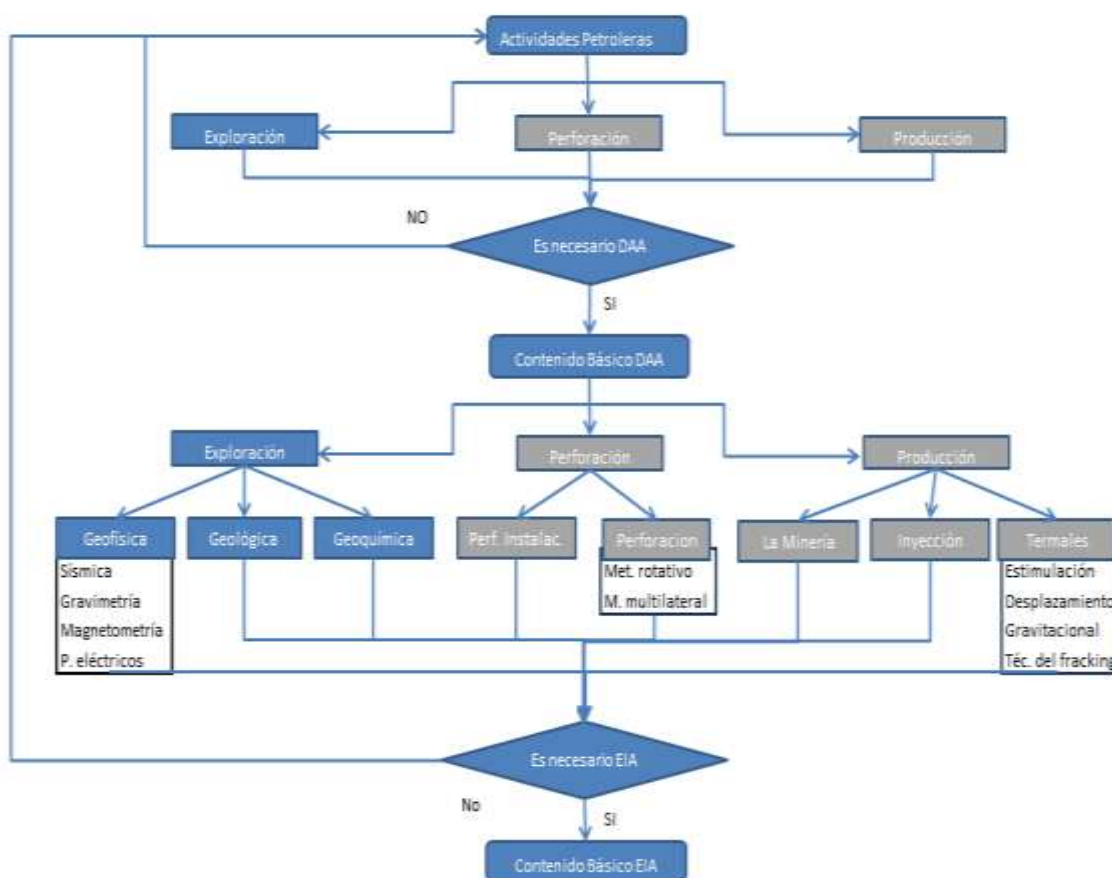


Ilustración 17. Diagrama de flujo general para cualquier actividad petrolera.

Fuente: elaboración propia

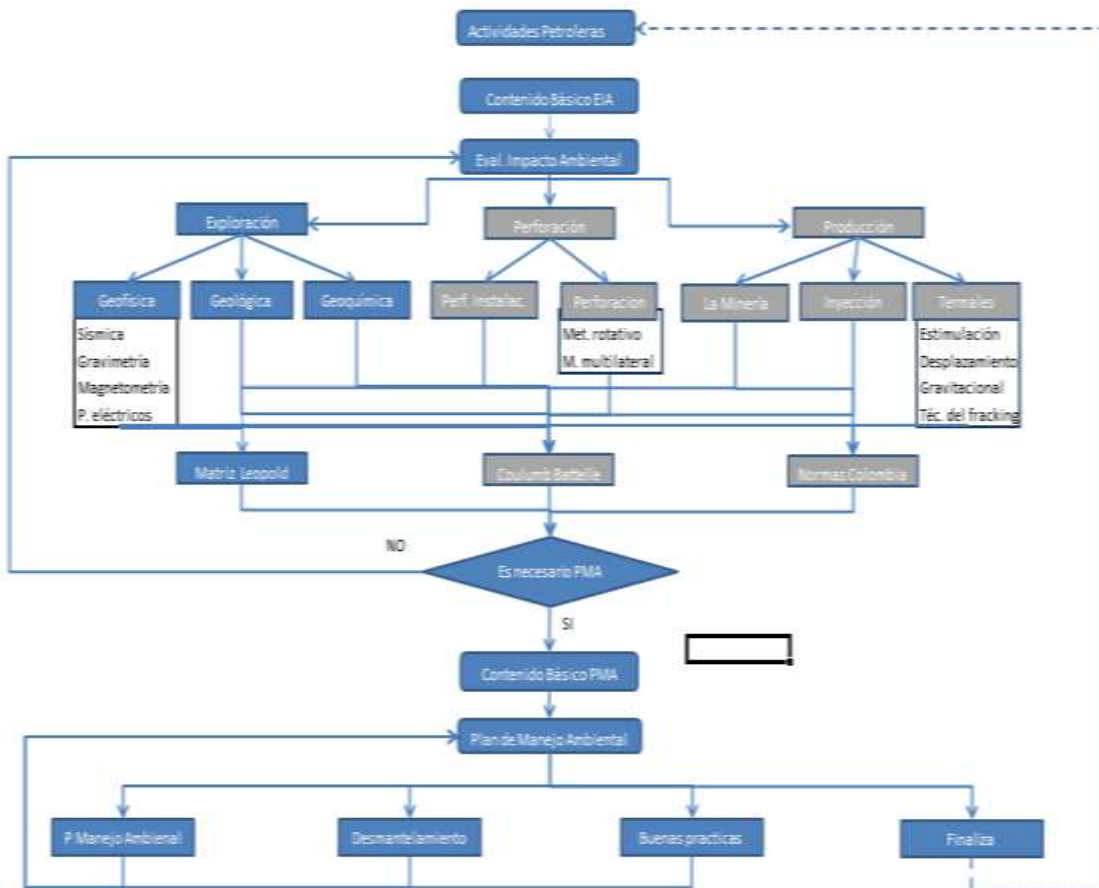


Ilustración 18. Continuación de diagrama de flujo general para cualquier actividad petrolera.

Fuente: elaboración propia.

Se construyeron diferentes diagramas de flujo individuales para particularizar las actividades, entre los más importantes se destacan los diagramas para realizar la macro que permita hacer la evaluación de impactos ambientales por las diferentes metodologías propuestas.

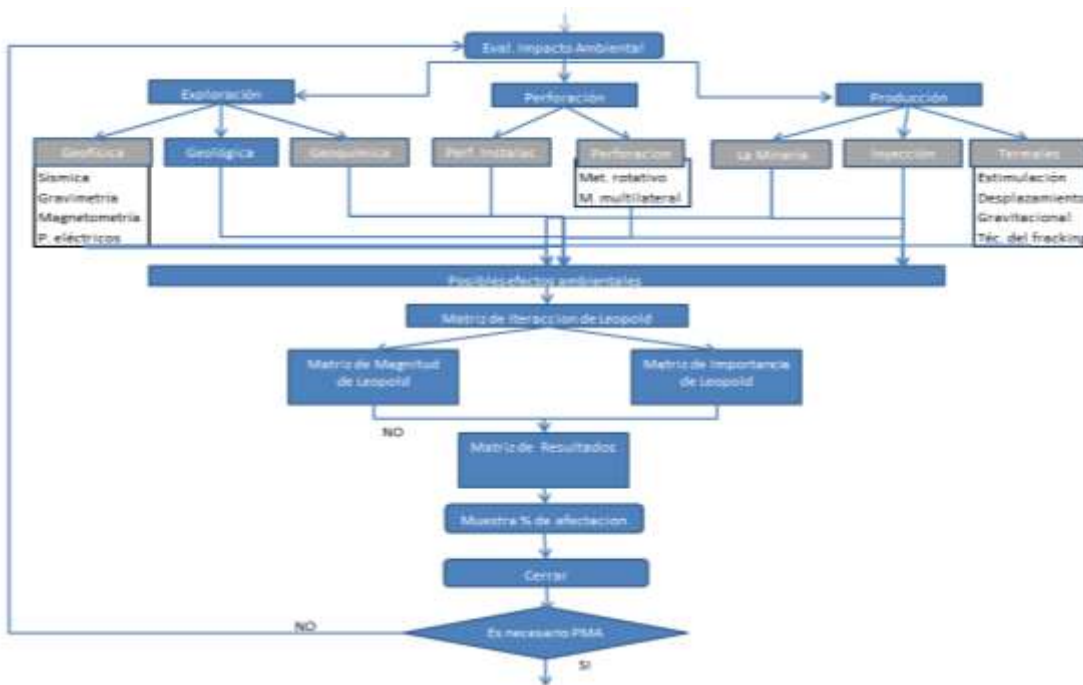


Ilustración 19. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Matriz de Leopold.

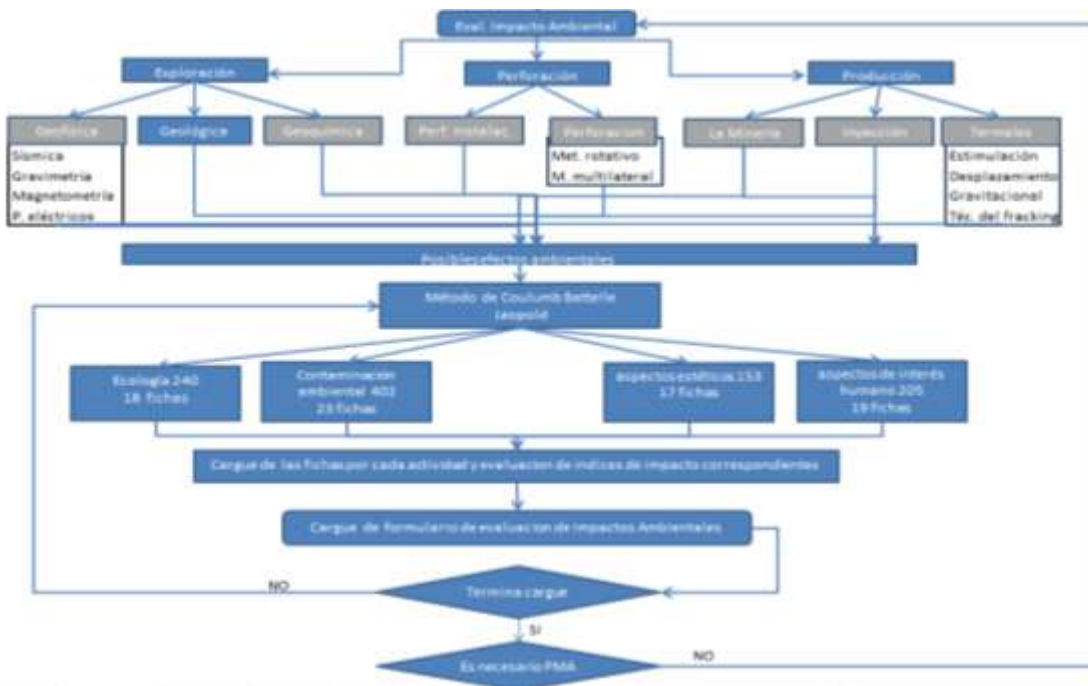


Ilustración 20. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Colymb Battelle.

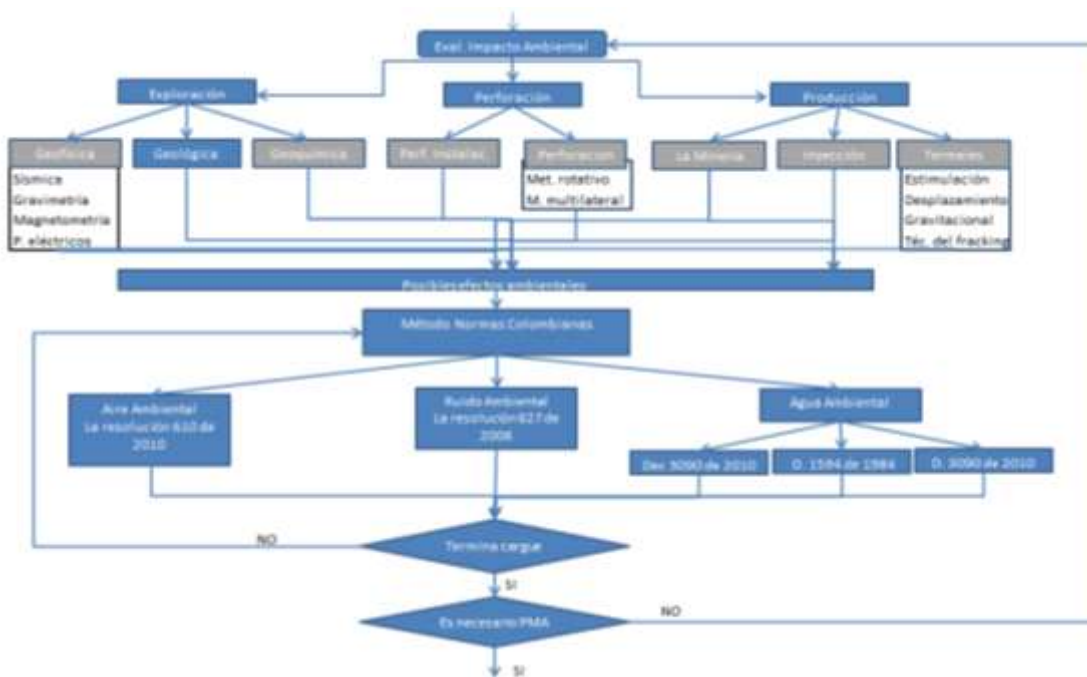


Ilustración 21. Diagrama de flujo para la EIA por el método de Normas Colombianas.

Para la utilización de la macro es necesario tener instalado Excel 2007 o superior en el equipo que se quiere trabajar, la macro consta de varios archivos que deben ser cargados para la ejecución.

ANEXO VIII

Manual de usuario para la determinación de un DAA, EIA y PMA con recomendaciones mínimas en el contenido de cada estudio

En el libro *Determinación de DAA, EIA, PMA* aparece un formulario con tres pestañas principales para cada una de estas actividades, que a su vez tienen tres componentes: una imagen representativa de cada actividad, un cuestionario de la necesidad o no de aplicar un determinado estudio y los contenidos básicos que debe tener cada estudio.



Ilustración 22. Formulario general. Imagen DAA.

Fuente: elaboración propia.

Al picar sobre la pestaña DAA aparece el formulario correspondiente a la actividad Diagnóstico Ambiental de Alternativas, el cual permite determinar la necesidad o no de este tipo de estudio en un proyecto determinado.

UsoForm1

Diagnóstico Ambiental de Alternativas | Evaluación de Impacto Ambiental | Plan de Manejo Ambiental

Imagen DAA | Contenido DAA | Contenido Básico de un DAA

Contenido Preguntas

5. ¿El proyecto modificará algunos aspectos sociales, como demografía, actividades tradicionales o empleo?

10. ¿Existe algún otro factor que debe considerarse como consecuencia de las actividades y que puede representar perturbaciones efectivas ambientales o impactos acumulativos o que interfiere con otra actividad existente o proyectada en la localidad?

11. ¿Existen en las inmediaciones del proyecto, áreas de protección ecológica, paisajística, cultural o de otro valor dentro de la legislación local, nacional o internacional?

12. ¿Existen áreas sensibles o ecológicamente importantes en las inmediaciones del sitio del proyecto, por ejemplo: cursos u otros cuerpos de agua, zonas costeras, montañas, bosques u otras áreas sensibles y importantes, como ríos, arroyos, praderas, regadíos de especies de fauna que pueden verse afectados por el proyecto?

13. ¿En las inmediaciones del sitio del proyecto, existen áreas que están siendo usadas para la producción de especies de flora o fauna sensibles e importantes, como ríos, arroyos, praderas, regadíos de especies de fauna que pueden verse afectados por el proyecto?

14. ¿Hay aguas continentales, costeras, marítimas o subterráneas cerca del sitio del proyecto que pueden verse afectadas?

21. ¿Existen planes de uso futuro de suelo que pueden verse afectados por el proyecto?

24. ¿Existen áreas dinámicamente pobladas e en desarrollo que pueden verse afectadas por el proyecto?

25. ¿En las inmediaciones del proyecto existen instalaciones sensibles, por ejemplo: hospitales, escuelas, sitios de trabajo o instalaciones comunitarias, que pueden verse afectadas por el proyecto?

26. ¿Existen, en las inmediaciones del proyecto, algunas áreas con alta calidad ambiental y con escasez de recursos, como por ejemplo: aguas subterráneas, aguas superficiales, bosques, agrofitos, recursos pesqueros, turismo o recursos minerales, que pueden verse afectados?

27. ¿En las inmediaciones del proyecto existen áreas que en la actualidad, están siendo objeto de conservación o desarrollo ambiental, y cuyo estado puede ser agudizado por el proyecto? (Por ejemplo: donde existen estuarios o raras ambientales escasas).

28. ¿El proyecto se localizará en un sitio de alto riesgo susceptible de terremotos, hundimientos, deslizamientos, erosión, inundación o condiciones climáticas extremas que pueden reducir al proyecto a presentar ordenes ambientales?

Validar | Cerrar

Ilustración 23. Formulario DAA1.

Fuente: elaboración propia.

El botón scroll que aparece a la derecha permite desplazarse hacia la parte superior del formulario.

Fuente: elaboración propia.

UsoForm1

Diagnóstico Ambiental de Alternativas | Evaluación de Impacto Ambiental | Plan de Manejo Ambiental

Imagen DAA | Contenido DAA | Contenido Básico de un DAA

Contenido Preguntas

Recomendaciones

1. La lista de chequeo tiene 28 preguntas con 28 casillas, el evaluador utiliza la información disponible acerca del proyecto, para contestar cada pregunta en cada casilla, de rojo fuerte cuando la respuesta es sí o no sabe, pero no obtiene el botón si la respuesta es no.

2. Al finalizar las preguntas se opina el botón validar, en ese momento se obtiene la respuesta si es o no necesario un diagnóstico ambiental de alternativas (DAA).

1. ¿La construcción y/o operación del proyecto implicará acciones que causarán cambios físicos en la localidad (demografía, uso del suelo, cambios en cuerpos de agua, etc.)?

2. ¿La construcción y/o operación del proyecto requerirá recursos naturales como suelo, agua, tierra o energía, o especialmente algún recurso, no renovable escaso?

3. ¿El proyecto implica uso, almacenamiento, transporte, manejo o producción de sustancias o materiales que pueden ser nocivos para la salud humana o el ambiente, o incrementar actuales riesgos en la salud humana?

4. ¿El proyecto produce residuos sólidos durante la construcción, operación o desmantelamiento?

5. ¿El proyecto libera contaminantes o alguna sustancia peligrosa, tóxica o nociva al aire?

6. ¿El proyecto causa ruido y vibración o descarga de calor, energía o radiación electromagnética?

15. ¿Existen algunas áreas o aspectos de alto valor paisajístico que pueden verse afectados por el proyecto?

16. ¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen rutas o caminos que están siendo usados por el público para acceder a sitios de recreación, trabajo u otras actividades cotidianas que pueden verse afectadas por el proyecto?

17. ¿Existen rutas de transporte que sean susceptibles de congestión o que puedan generar problemas ambientales o caos del proyecto?

18. ¿El proyecto se localizará en un sitio donde probablemente sea altamente visible para muchas personas?

19. ¿Existen áreas o factores de importancia histórica o cultural en las cercanías del proyecto que pueden verse afectados por el proyecto?

20. ¿En el área de influencia del proyecto hay presencia de comunidades étnicas?

Validar | Cerrar

Ilustración 24. Formulario DAA2.

Fuente: elaboración propia.

Es importante leer las recomendaciones para iniciar el chequeo sobre cada una de las preguntas.

Ilustración 25. Formulario DAA3.

Fuente: elaboración propia.

Se debe recorrer todo el formulario, luego achurar encima de las preguntas que se considere que cumplen o de las que se tienen dudas, luego se pulsa el botón validar.

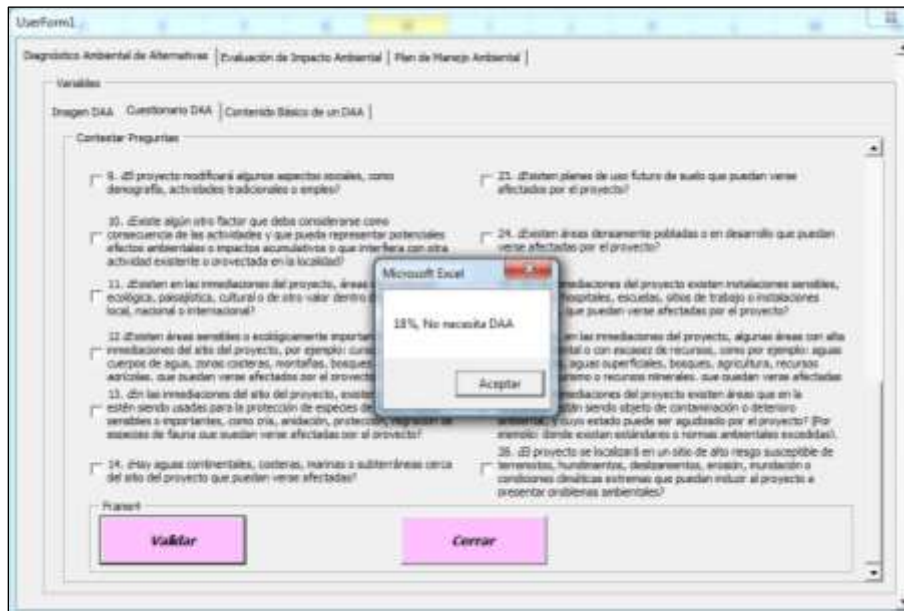


Ilustración 26. Formulario DAA4.

Fuente: elaboración propia.

En este caso la respuesta es que no se necesita un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

Puede suceder que otro usuario digite algunos botones adicionales y obtenga como respuesta que aún no se necesita el DAA.

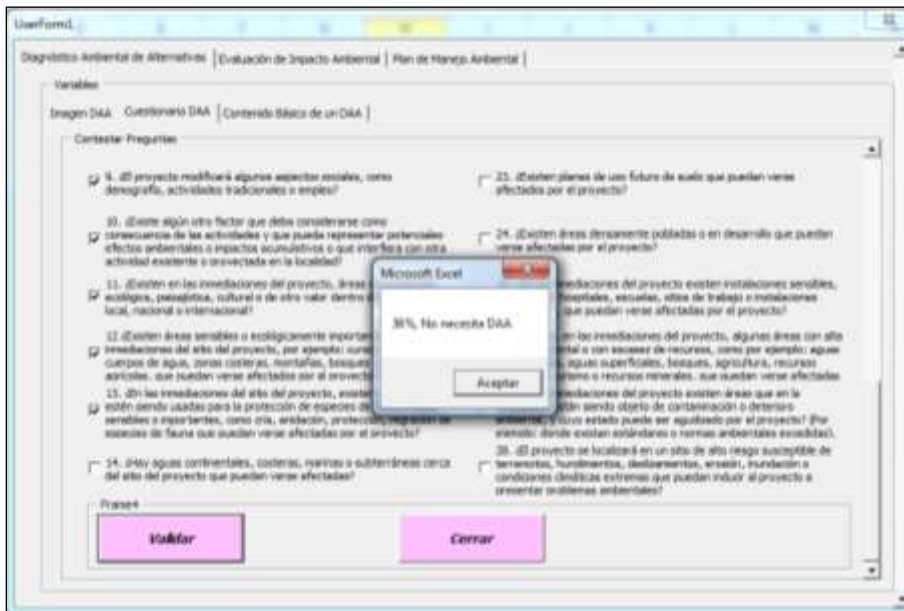


Ilustración 27. Formulario DAA5.

Fuente: elaboración propia.

En la medida en que surjan más dudas o las preguntas generen más repuestas positivas se puede requerir un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

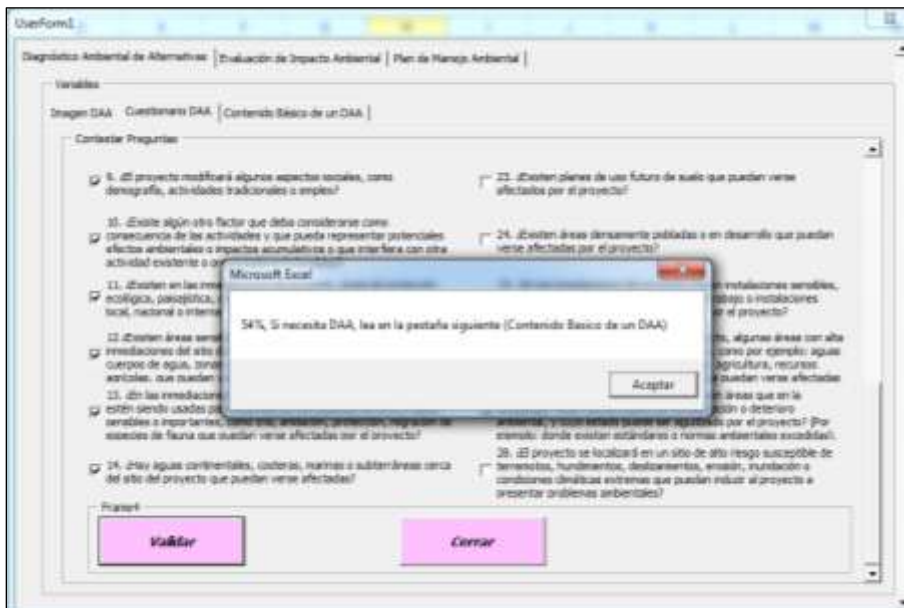


Ilustración 28. Formulario DAA6.

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente pestaña aparece el contenido básico de un DAA, que corresponde al que sugiere la bibliografía.

The screenshot shows a software window titled 'UserForm1' with a tabbed interface. The active tab is 'Contenido Básico de un DAA'. The content is organized into a table with 8 rows and 2 columns. The first row is a header with a blue background and the text 'DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS'. The following rows contain numbered steps for the diagnostic process.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS	
1. Objetivos y alcance del proyecto, obra o actividad.	
2. La descripción del proyecto, obra o actividad.	
3. La descripción general de las alternativas de localización del proyecto.	
4. La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos de suelo establecidos en el POT.	
5. La identificación y análisis comparativo de las perturbaciones legales y efectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables por las diferentes alternativas estudiadas.	
6. Identificación de las comunidades y de los mecanismos oficiales para informar sobre el proyecto, obra o actividad.	
7. Selección y justificación de la mejor alternativa.	
8. Un análisis costo-beneficio ambiental de las alternativas.	

Ilustración 29. Contenido básico de un DAA.

Fuente: elaboración propia.

Luego se da clic sobre la pestaña de Evaluación de Impactos Ambientales y aparecen tres componentes de esa actividad.



Ilustración 30. Formulario general. Imagen EIA.

Fuente: elaboración propia.

El formulario correspondiente a la actividad Evaluación de Impacto Ambiental permite determinar la necesidad o no de este tipo de estudio en un proyecto determinado.

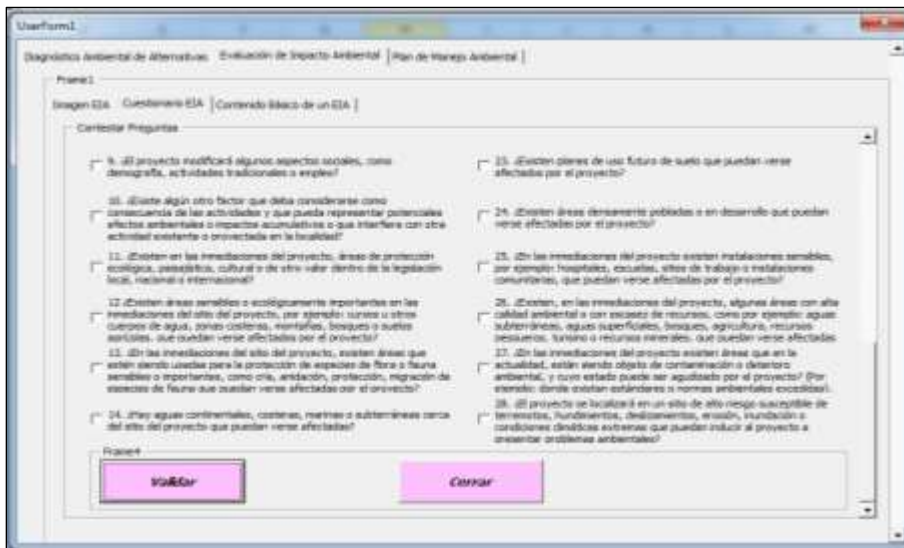


Ilustración 31. Formulario EIA1.

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento que se debe aplicar es idéntico al caso de Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

The screenshot shows a software window titled 'UserForm1' with a menu bar containing 'Diagnóstico Ambiental de Alternativas', 'Evaluación de Impacto Ambiental', and 'Mapa de Riesgo Ambiental'. Below the menu is a 'Forma1' section with a 'Origen EIA' dropdown set to 'Contenido Básico de un EIA'. The main area is titled 'Contenido Preguntas' and contains a 'Recomendaciones' box with instructions: 'a. La lista de chequeo tiene 20 preguntas con 20 casillas, el evaluador utiliza la información disponible acerca del proyecto para contestar cada pregunta en cada casilla, de visto bueno cuando la respuesta es sí o no sabe, pero no dibuja el botón si la respuesta es no. b. Al finalizar las preguntas se aprime el botón validar, en ese momento se obtiene la respuesta si es o no necesario una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)'. Below this are 20 numbered questions, each with a checkbox:

1. ¿La construcción y/o operación del proyecto implicará acciones que causarán cambios físicos en la localidad (topografía, uso del suelo, cambios en cuerpos de agua, etc.)?
2. ¿La construcción y/o operación del proyecto requerirá recursos naturales como suelo, agua, tierra o energía, o especialmente algún recurso no renovable escaso?
3. ¿El proyecto implica uso, almacenamiento, transporte, manejo o producción de sustancias o materiales que puedan ser nocivos para la salud humana o el ambiente, o incrementar actuales riesgos en la salud humana?
4. ¿El proyecto produce residuos sólidos durante la construcción, operación o desmantelamiento?
5. ¿El proyecto libera contaminantes o alguna sustancia peligrosa, tóxica o nociva al aire?
6. ¿El proyecto causa ruido o vibración o descarga luz, calor, energía o radiación electromagnética?
7. ¿Existen algunas áreas o aspectos de alto valor patrimonial que puedan verse afectados por el proyecto?
8. ¿En las inmediaciones del sitio del proyecto existen rutas o caminos que estén siendo usadas por el público para acceder a sitios de recreación, trabajo u otras actividades cotidianas que puedan verse afectadas por el proyecto?
9. ¿Existen rutas de transporte que sean susceptibles de congestión o que puedan generar problemas ambientales a causa del proyecto?
10. ¿El proyecto se localiza en un sitio donde probablemente sea altamente visible para muchas personas?
11. ¿Existen áreas o factores de importancia histórica o cultural en las cercanías del proyecto que puedan verse afectadas por el proyecto?
12. ¿En el área de influencia del proyecto hay presencia de comunidades étnicas?

Ilustración 32. Formulario EIA2.

Fuente: elaboración propia.

Es importante leer las recomendaciones para iniciar el chequeo sobre cada una de las preguntas.

This screenshot is identical to the one above, showing the same 'UserForm1' window. The only difference is that the 'Origen EIA' dropdown menu is set to 'Contenido Básico de un EIA' (it was 'Contenido Básico de un EIA' in the previous image, but the text in the image is 'Contenido Básico de un EIA'). The rest of the interface, including the 20 questions and the recommendation box, is the same.

Ilustración 33. Formulario EIA3.

Fuente: elaboración propia.

Se debe recorrer todo el formulario, luego de achurar encima de las preguntas que se considere que cumplen o sobre las cuales hay dudas, se debe pulsar el botón validar.

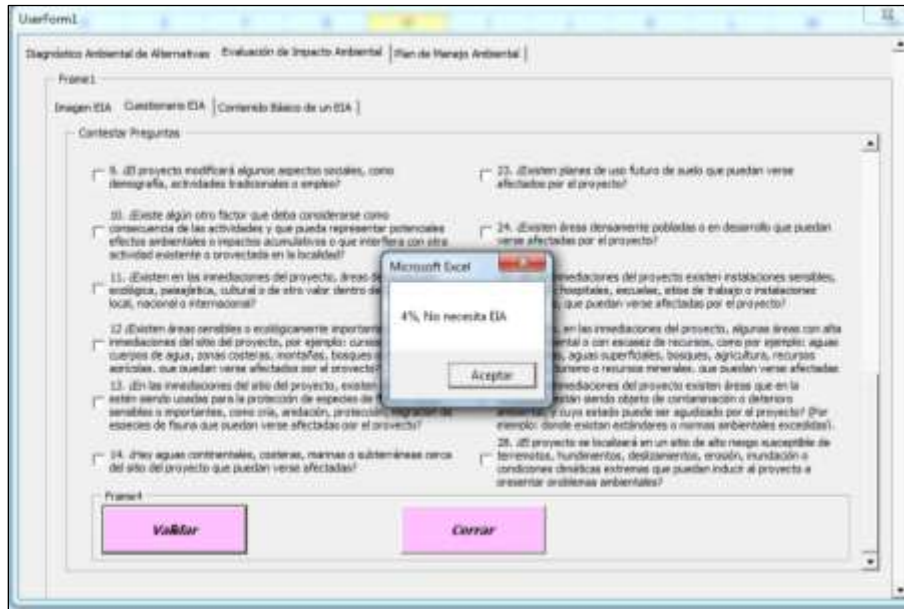


Ilustración 34. Formulario EIA4.

Fuente: elaboración propia.

En este caso la respuesta es que no se necesita una Evaluación de Impacto Ambiental. Puede suceder que otro usuario digite algunos botones adicionales y obtenga como respuesta que aún no se necesita el EIA.

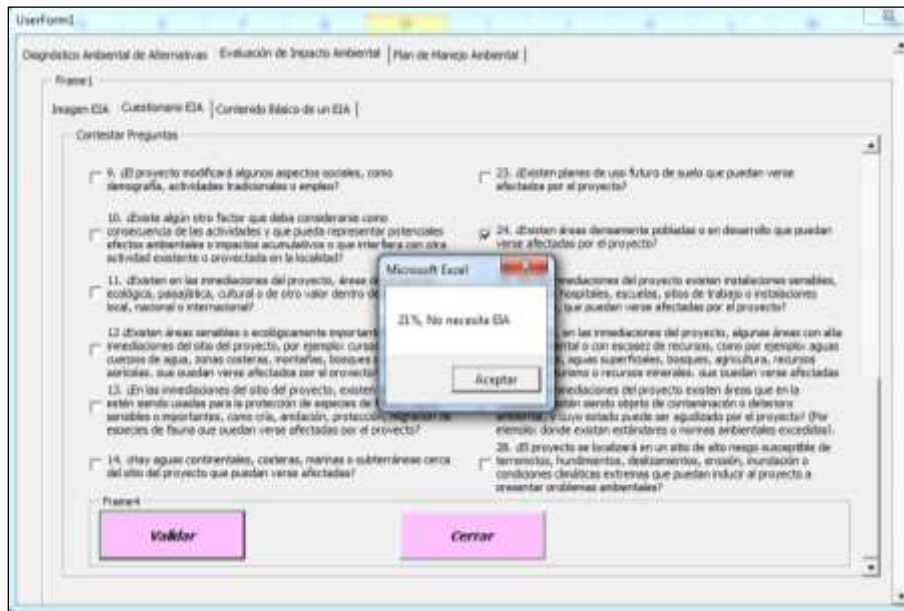


Ilustración 35. Formulario EIA5.

Fuente: elaboración propia.

En la medida en que surjan más dudas o las preguntas realizadas generen más repuestas positivas se podría necesitar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

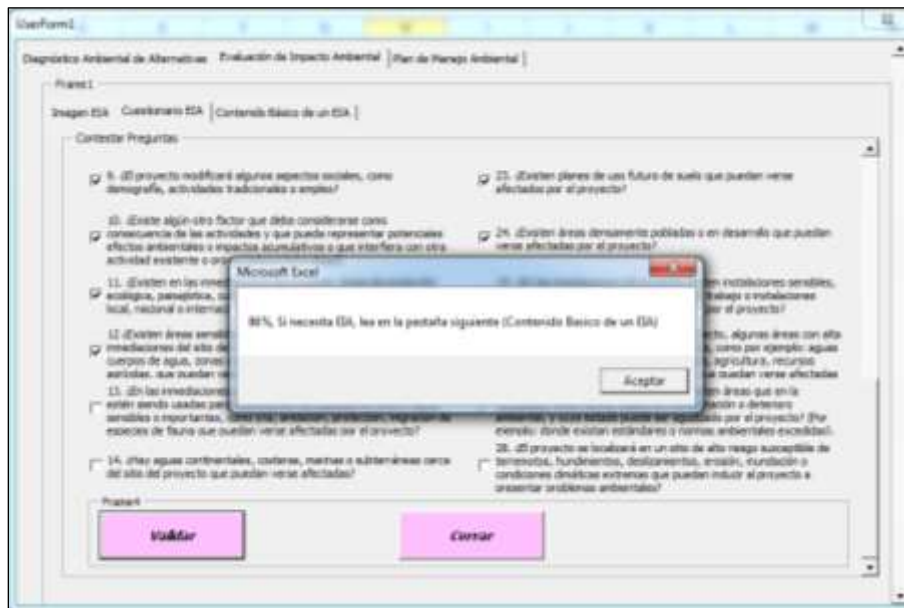


Ilustración 36. Formulario EIA6.

Fuente: elaboración propia.

En la pestaña siguiente se encuentra el contenido básico de un EIA, que corresponde al que sugiere el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), Decreto 1076 de 2015 (p. 192).

The screenshot shows a software window titled 'UserForm1' with a menu bar containing 'Diagramas Ambientales de Alternativas', 'Evaluación de Impacto Ambiental', and 'Plan de Manejo Ambiental'. Below the menu bar, there are three tabs: 'Diagrama EIA', 'Cuestionario EIA', and 'Contenido Básico de un EIA'. The active tab is 'Contenido Básico de un EIA', which displays a form titled 'EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL'. The form consists of eight numbered sections, each with a text input field:

1. Tipo y fecha del estudio.
2. Un resumen ejecutivo de su contenido.
3. La identificación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obra o actividad.
4. La descripción del proyecto, obra o actividad, lo cual incluye: localización, época, dimensiones, estado actual, cronograma de ejecución, proceso, identificación y estimación física de los insumos, productos, emisiones, efluentes, residuos y riesgos inherentes a la tecnología a utilizar, sus fuentes y sistemas de control.
5. La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el POC.
6. La información sobre los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.
7. Identificación de las comunidades y de los recursos culturales que informan sobre el proyecto, obra o actividad.
8. La descripción, caracterización y análisis del medio físico, abiótico, socioeconómico en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.
9. La identificación y evaluación de los impactos ambientales que pueden ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, compensarse o compensar.

Ilustración 37. Formulario EIA6.

Fuente: elaboración propia.

Luego se da clic sobre la pestaña del Plan de Manejo Ambiental y aparecen tres componentes de esa actividad.

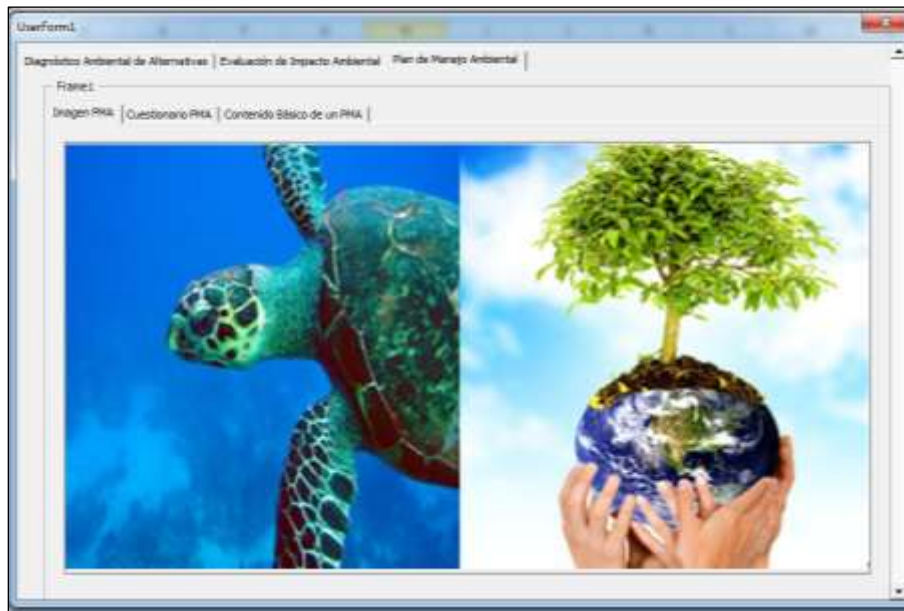


Ilustración 38. Formulario general. Imagen PMA.

Fuente: elaboración propia.

El formulario correspondiente a la actividad Plan de Manejo Ambiental permite determinar la necesidad o no de este tipo de estudio en un proyecto determinado.

El procedimiento que se debe aplicar es idéntico al que se aplica en un Diagnóstico Ambiental de Alternativas.

Es importante leer las recomendaciones para iniciar el chequeo sobre la pregunta.



Ilustración 39. Formulario EIA3.

Fuente: elaboración propia.

Se puede validar la información como si no se necesitara una Evaluación de Impacto Ambiental pulsando el botón validar.

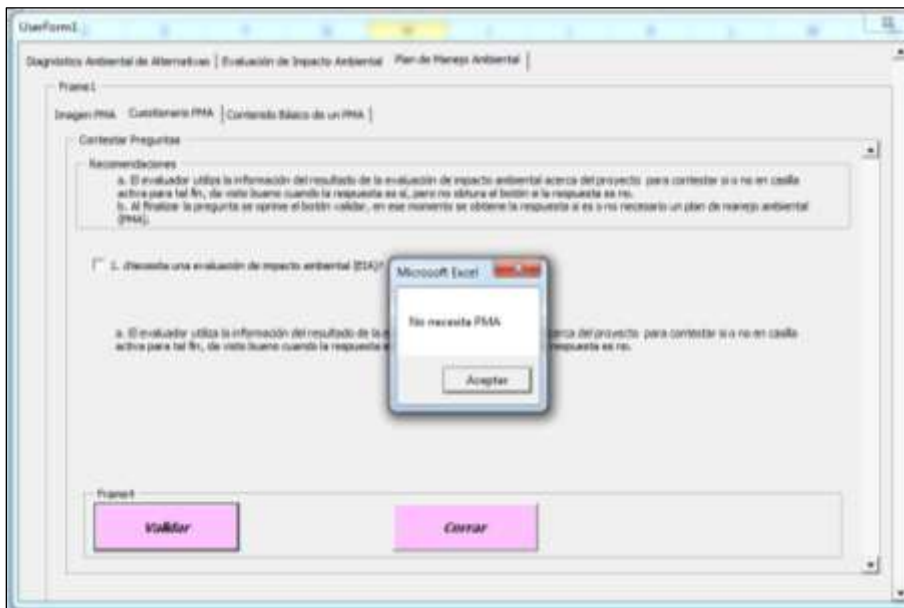


Ilustración 40. Formulario EIA4.

Fuente: elaboración propia.

En este caso la respuesta que arroja el programa es que no se necesita un Plan de Manejo Ambiental.

Puede suceder que otro usuario digite lo contrario, es decir, que sí se necesita hacer una EIA.

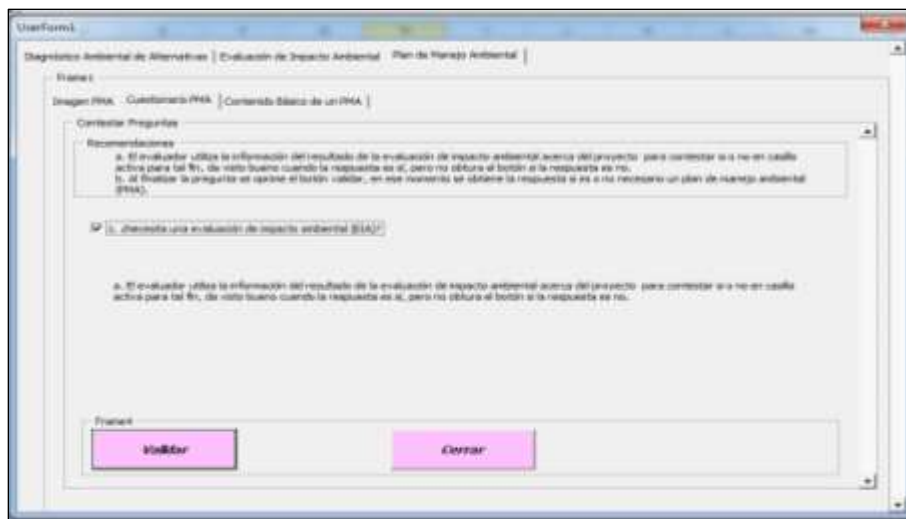


Ilustración 41. Formulario EIA5.

Fuente: elaboración propia.

En este caso se necesita un Plan de Manejo Ambiental.



Ilustración 42. Formulario EIA6.

Fuente: elaboración propia.

Si se pasa a la siguiente pestaña aparece el contenido básico de un PMA, que es el que sugiere el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 de 2015 (p. 212).

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

- a) Las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales negativos que pueda ocasionar el proyecto, obra o actividad en el medio ambiente y/o a las comunidades durante las fases de construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación del proyecto obra o actividad.
- b) El programa de monitoreo del proyecto, obra o actividad con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos y obligaciones ambientales durante la implementación del Plan de Manejo Ambiental, y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos en las normas vigentes. Asimismo, evaluar mediante indicadores el desempeño ambiental previsto del proyecto, obra o actividad, la eficiencia y eficacia de las medidas de manejo ambiental adoptadas y la pertinencia de las medidas correctivas necesarias y aplicables a cada caso en particular.
- c) El plan de contingencia el cual contendrá las medidas de prevención y atención de las emergencias que se puedan ocasionar durante la vida del proyecto, obra o actividad.
- d) Los costos proyectados del Plan de Manejo en relación con el costo total del proyecto obra o actividad y cronograma de ejecución del Plan de Manejo.

Ilustración 43. Formulario EIA6.

Fuente: elaboración propia.

Ahora, el evaluador dispone de la información suficiente para decidir en qué estado ubicar su proyecto; además, cuenta con los contenidos básicos para iniciarlo.

ANEXO IX

Manual de usuario para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) por el método de comparación con normas colombianas para la actividad petrolera

El libro EIA APetrol Normas Colombianas, componente ruido, contiene un formulario en Excel con un desplegable en la parte B, que permite fijar el valor máximo permitido por la norma para la actividad del proyecto.

Es importante leer las recomendaciones que aparecen al inicio de cada formulario para su correcta interpretación.

Tabla 115. Presentación del formulario.

Ficha referente técnica de clasificaciones de ruido.

El formulario que debe ser llenado con cuidado, para lo necesario pulsar el desplegable de la parte B para revisar cuál es la condición que mejor se acomoda, así obtenga el valor que digite en las celdas de la parte A.

Validar

Descripción	Máx. Permisible (dB(A))	Máx. Permisible (dB(A) ponderado)
- Digite el/valor según considere como el estándar máximo permisible de acuerdo a las condiciones del desplegable B.		

B. Estándar por Norma dB(A) III. Sector C. Ruido Intermedio Restringido

1A. Sector (Día) - 2B. Sector (Noche)	1A. Subsector (Día) - 2B. Sector (Noche)	Estándares máx. permisibles de niveles de emisión de ruido ambiental en dB(A) 1A-1B, 2B-Noche	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido ambiental en dB(A) ponderado 2A, 2B-Noche
2B. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con áreas petroleras, como zonas industriales en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
2B. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con áreas permitidas comerciales, como centros comerciales, oficinas, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, salones, discotecas, bingo, casinos.	55	55
2B. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con áreas permitidas de oficinas.	55	55
2B. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con áreas institucionales.	55	55
2B. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con otros usos relacionados, como parques recreativos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	75	75

Fuente: elaboración propia.

A continuación se puede utilizar el desplegable para seleccionar la actividad más adecuada para la situación de este estudio.

Tabla 116. Uso del desplegable.

Ficha informe técnico de clasificación de ruidos.

El formulario que debe ser llenado con cuidado, pues es necesario pulsar el desplegable de la parte B para revisar cual es la condición que mejor se acomoda, así obtengo el valor que digito en las celdas de la parte A.

Validar

A

Descripción	Max. Permisible (dB)A	Max. Permisible (dB)A ponderado
Digite el valor según considere como el estándar máximo permisible de acuerdo a las condiciones del desplegable B		

B. Estándar por Norma (dB(A))

14 Sector (Día) – 2B Sector (Noche)	14 Subsector (Día) – 2B Sector (Noche)	Max. Permisible (dB)A	Max. Permisible (dB)A ponderado
2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos como: talleres en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas		
2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, animación, locales e instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingo, casinos.	55	50
2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos de oficinas.	55	55
2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos institucionales.	55	55
2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculo público al aire libre.	70	75

Desplegable B:

- 2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido
- 1A Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
- 1A Sector C. Ruido Intermedio Restringido
- 1A Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado
- 2B Sector A. Tranquilidad y Silencio
- 2B Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
- 2B Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
- 2B Sector C. Ruido Intermedio Restringido
- 2E Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, se puede establecer que “es un sector intermedio, restringido, medidas diurnas, zonas con otros usos relacionados como parques mecánicos al aire libre y áreas destinadas al espectáculo público”, de tal manera que se emplea el desplegable para ver los límites permisibles.

Tabla 117. Elección de los datos que se deben colocar en las celdas.

Ficha informe técnico de clasificación de ruido.

El formulario que debe ser llenado con cuidado, pues es necesario pulsar el desplegable de la parte B para revisar cual es la condición que mejor se acomoda, así obtengo el valor que digito en las celdas de la parte A

Validar

A

Descripción	Max. Permisos (dB(A))	Max. Permisos (dB(A) ponderado)
Digite el Valor según considere como el estándar máximo permisos de acuerdo a las condiciones del desplegable B		

B. Estándar por Norma dB(A) 1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido

1A. Sector (Día) - 2B. Sector (Noche)	1A. Subsector (Día) - 2B. Sector (Noche)	Estándares máx. permisos de niveles de ruido de ruido ambiental en dB(A) 1A. Día, 2B. Noche	Estándares máximos permisos de niveles de emisión de ruido ambiental en dB(A) ponderado 1A. Día, 2B. Noche
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas de usos permitidos restringidos, como industrias en procesamiento, portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, asociaciones, locales e instalaciones de tipo comercial, talleres e instalaciones de tipo industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingo, casinos.	70	70
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	65
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos institucionales.	60	60
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con otros usos relacionados, como parques recreativos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	60	60

Fuente: Elaboración propia.

En este caso existe una tolerancia máxima de 80 decibeles en promedio y 80 ponderados.

Tabla 118. Trámite de las celdas.

Ficha informe técnico de clasificación de ruido.

El formulario que debe ser llenado con cuidado, pues es necesario pulsar el desplegable de la parte B para revisar cual es la condición que mejor se acomoda, así obtengo el valor que digito en las celdas de la parte A

Validar

A

Descripción	Max. Permisos (dB(A))	Max. Permisos (dB(A) ponderado)
Digite el Valor según considere como el estándar máximo permisos de acuerdo a las condiciones del desplegable B	80	80

B. Estándar por Norma dB(A) 1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido

1A. Sector (Día) - 2B. Sector (Noche)	1A. Subsector (Día) - 2B. Sector (Noche)	Estándares máx. permisos de niveles de ruido de ruido ambiental en dB(A) 1A. Día, 2B. Noche	Estándares máximos permisos de niveles de emisión de ruido ambiental en dB(A) ponderado 1A. Día, 2B. Noche
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas de usos permitidos restringidos, como industrias en procesamiento, portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, asociaciones, locales e instalaciones de tipo comercial, talleres e instalaciones de tipo industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingo, casinos.	70	70
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	65
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos institucionales.	60	60
1A. Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con otros usos relacionados, como parques recreativos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	60	60

Fuente: elaboración propia.

Después de diligenciar las dos celdas, escribiendo 80, se da clic en el botón validar para copiar los datos en la hoja 2 y pasar al formulario de digitación de datos de campo.

Tabla 119. Formulario en blanco para digitar los datos obtenidos en campo.

Ficha Informe técnico de medición de ruido

1. Información general
 Sitio de medición de niveles de presión sonora durante: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición: _____ Hora local: _____

4. Resultados de la medición
 la duración del tiempo de medición es de quince minutos según se estipula en el Artículo 5° de la resolución 287, debe constar de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono: así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba; se deben realizar por lo menos 2 mediciones, una con las fuentes ruidosas funcionando para el período de mayor emisión, otra sin las fuentes funcionando para determinar el ruido residual

5. mediciones tomadas en campo

Emisión	distancia metros	p	hora (p/15min)	Objeto a cero metros (medidas cada 5 minutos)				medidas a diferentes distancias cada 15 minutos					
				0.5	0.01	0.15	0.01	1 metro	10 metros	100 metros	1000 metros		
nivel presión sonora laeq emisión	Objeto a cero metros	Ln	15.00										
		Lo	20.00										
		Ls	45.00										
		Le	60.00										
		Lv	75.00										

P = posición del micrófono
 Ln = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.
 Lo = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.
 Ls = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.
 Le = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.
 Lv = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

Laeq f = Nivel equivalente resultante de la medición con equipos funcionando
 Laeq r = Nivel equivalente resultante de la medición sin equipos funcionando
 X = intensidad a diferentes distancias del objeto

Responsables del informe: _____ **Validar**

Fuente: elaboración propia.

Se diligencia el formulario con los datos obtenidos en campo.

Tabla 120. Digitación de datos obtenidos en campo.

Ficha informe técnico de medición de ruido

1. Información general
 Sitio de medición de ruido de presión sonora fuerte: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición: _____ Hora local: _____

4. Resultados de la medición
 la duración del tiempo de medición va de quince minutos según se estipula en el Artículo 1º de la resolución 267, debe consistir de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, se deben realizar por lo menos 2 mediciones, una con las fuentes ruidosas funcionando para el periodo de mayor ensorde, otra en las fuentes funcionando para determinar el ruido residual

5. mediciones tomadas en campo

Emisión	distancia metros	P	hora (p/15min)	Objeto a cero metros (medidas cada 5 minutos)				medidas a diferentes distancias cada 15 minutos			
				LN	LO	LE	LV	15 metros	10 metros	150 metros	190 metros
nivel presión sonora laq emisión	Objeto a cero metros	Ln	15.00	77	79	60	80.00	80	87	85	82
		Lo	30.00	79	78	67	79.67	79	88	88	84
		Le	45.00	87	85	70	87.33	85	94	92	87
		Le	60.00	87	79	70	88.00	88	87	88	84
		Lv	75.00	87	85	80	84.00	85	82	82	81

P = posición del micrófono
 LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.
 LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.
 LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.
 LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Laeq,f = Nivel equivalente resultado de la medición con equipos funcionando
 Laeq,r = Nivel equivalente resultado de la medición con equipos funcionando
 z = intensidad a diferentes distancias del objeto

Responsables del informe: _____

Fuente: elaboración propia.

Se da clic al botón validar.

Tabla 121. Cálculo de resultados.

Ficha informe técnico de clasificación de ruido.

1. Cálculos

Nivel de Emi	Laeq,f	15 metros	10 metros	150 metros	190 metros
Max. Perm.	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Promedio					
Maximo					

2. Cálculos

Emisión	distancia metros	P	hora (p/15min)	Cálculos	Laq ponderado (dB)	
nivel presión sonora laq emisión	Objeto a cero metros	Ln	15.00			
		Lo	30.00			
		Le	45.00			
		Le	60.00			
		Lv	75.00			

3. Resultados Obtenidos

obj(A)	Max. Norma	Medido	Diferencia
Promedio	80	80.00	80.00
Ponderado	80	80.00	80.00

4. Comentarios

Gama de Colores de Aviso

x >= 20 diferencia = 20

x <= 10 diferencia > 10

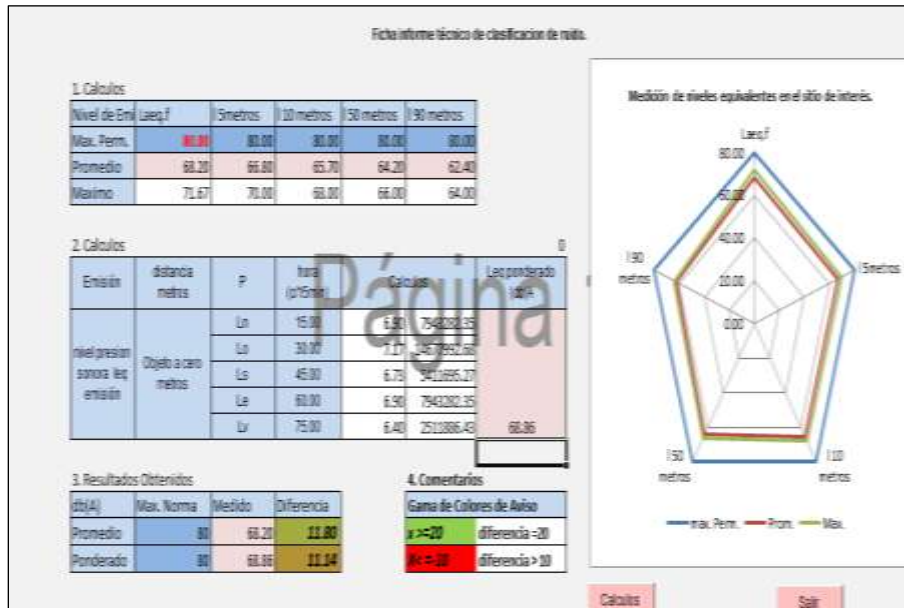
Medición de niveles equivalentes en el eje de interés.

— max. Perm. — Prom. — Max.

Fuente: elaboración propia.

Al dar clic en el botón de cálculos se obtienen los resultados de la siguiente forma: de manera gráfica en decibeles promedio (db)A, en una tabla de resultados de decibeles promedio (db)A y de resultados de decibeles ponderados (db)A.

Tabla 122. Resultados obtenidos.



Fuente: elaboración propia.

Si se da la opción salir se regresa a la página inicial. Por último, se cierra Excel y de esta manera se establece una comparación entre lo existente y la norma.

En el libro EIA APetrol Normas Colombianas, componente aire, aparece un formulario en Excel con las celdas en blanco, las cuales debe diligenciar el usuario.

Las variables que no tengan datos se deben llenar con el valor de cero.

Tabla 123. Presentación del formulario.

Ficha informe técnico de reporte de resultados del laboratorio

1. información general
 Sitio de medición de contaminación del aire _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición: _____

2. medidas tomadas en campo
 niveles de contaminantes tomados en campo

muestra identificación	PST 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m3)
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							

contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos

muestra identificación	Benceno Anual	Plomo y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Tolueno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio								

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoníaco (NH3)	Clorofenol (C6H5ClO)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
1								
2								
3								
4								
5								
Promedio								

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Monometilamina (CH5N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobeneno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H7S)	Butil mercaptano (C4H9S)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							

Fuente: elaboración propia.

Los datos digitados deben corresponder a los que se recolectaron para la evaluación del proyecto.

Tabla 124. Digitación de datos de campo.

niveles de contaminantes tomados en campo							
muestra identificación	PST 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m3)
1	200	0	40	270	0	0	0
2	171	0	45	320	0	0	0
3	180	0	43	260	0	0	7
4	250	0	46	300	0	0	6
5	300	0	50	219	0	0	6
Promedio							

contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos

muestra identificación	Benceno Anual	Plomo y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Tolueno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	1	1	1	0.2
4	1	1	1	1	1	1	1	0.9
5	1	1	1	1	1	1	1	0.1
Promedio								

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoníaco (NH3)	Clorofenol (C6H5ClO)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
1	200	200	0	40	200	0	40	200
2	171	171	0	45	171	0	45	171
3	180	180	0	43	180	0	43	180
4	250	250	0	46	250	0	46	250
5	300	300	0	50	300	0	50	300
Promedio								

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Monometilamina (CH5N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobeneno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H7S)	Butil mercaptano (C4H9S)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
Promedio							

Fuente: elaboración propia.

Se pulsa el botón validar para acceder al formulario de cálculos.

Ficha informe técnico de reporte de resultados del laboratorio

1. información general
 Sitio de medición de contaminación del aire
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ Fecha de medición: _____

2. mediciones tomadas en campo
 niveles de contaminantes tomados en campo

muestra identificación	PM10 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m ³) 8 horas
Promedio Aritmético	200.2	0	41.4	273.8	0	0	7
Max. Perm. (µg/m ³)	300	100	50	200	150	80	10
Diferencia	79.8	100	8.6	-23.8	150	80	3

contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos

muestra identificación	Benceno Anual	Plejeno y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Toteno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
Promedio Aritmético	1	1	1	1	1	1	1	0.56
Max. Perm. (µg/m ³)	5	0.5	1	0.005	0	200	1	1
Diferencia	4	-0.5	0.5	-0.005	0	200	0	0.14

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoníaco (NH3)	Cloroformo (CHCl3)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano (C2H5SH)	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
Promedio Aritmético	200.2	200.2	0	41.4	220.2	0	-41.4	220.2
Max. Perm. (µg/m ³)	300	4	35	0.1	4.2	0.5	2	200
Diferencia	100.8	-216.2	35	-41.3	-216	0.5	-38.4	-20.2

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Bisometil amina (C2H7N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobenzeno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H7SH)	Butil mercaptano (C4H9SH)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)
Promedio Aritmético	0	0	0	0	0	0	0
Max. Perm. (µg/m ³)	27	4	24	22	3	5	7
Diferencia	27	4	24	22	3	5	7

Fuente: elaboración propia.

Una vez en el formulario se pulsa el botón calcular para realizar automáticamente los datos.

Tabla 125. Realización de cálculos.

niveles de contaminantes tomados en campo

muestra identificación	PM10 24 horas	PM10 24 horas	PM2.5 24 horas	SO2 24 horas	NO2 24 horas	O3 8 horas	CO (mg/m ³) 8 horas
Promedio Aritmético	200.2	0	41.4	273.8	0	0	7
Max. Perm. (µg/m ³)	300	100	50	200	150	80	10
Diferencia	79.8	100	8.6	-23.8	150	80	3

contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos

muestra identificación	Benceno Anual	Plejeno y sus compuestos		Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores)		Toteno 30 minutos	Vanadio 24 horas
		Anual	24 horas		Anual	1 semana		
Promedio Aritmético	1	1	1	1	1	1	1	0.56
Max. Perm. (µg/m ³)	5	0.5	1	0.005	0	200	1	1
Diferencia	4	-0.5	0.5	-0.005	0	200	0	0.14

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Acetaldehído (C2H4O)	Ácido Butírico (C4H8O2)	Amoníaco (NH3)	Cloroformo (CHCl3)	Dicloruro de azufre (SCl2)	Etil mercaptano (C2H5SH)	Etil acrilato (C5H8O2)	Estireno (C8H8)
Promedio Aritmético	200.2	200.2	0	41.4	220.2	0	-41.4	220.2
Max. Perm. (µg/m ³)	300	4	35	0.1	4.2	0.5	2	200
Diferencia	100.8	-216.2	35	-41.3	-216	0.5	-38.4	-20.2

sustancias generadoras de olores ofensivos

muestra identificación	Bisometil amina (C2H7N)	Metil mercaptano (CH3SH)	Nitrobenzeno (C6H5NO2)	Propil mercaptano (C3H7SH)	Butil mercaptano (C4H9SH)	Sulfuro de dimetilo (C2H6S)	Sulfuro de hidrógeno (H2S)
Promedio Aritmético	0	0	0	0	0	0	0
Max. Perm. (µg/m ³)	27	4	24	22	3	5	7
Diferencia	27	4	24	22	3	5	7

Fuente: elaboración propia.

Una vez se obtienen los datos es posible deducir conclusiones acerca del proyecto analizado.

Tabla 126. Limpieza de datos del formulario.

Max. Perm. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	300	100	50	250	150	80	10	
Diferencia								
contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos								
muestra identificación	Benceno Anual	Plomo y sus compuestos Anual	24 horas	Cadmio Anual	Mercurio inorgánico (vapores) Anual	1 semana	Tolueno 30 minutos	Vanadio 24 horas
Promedio Aritmético								
Max. Perm. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5	0.5	1.5	0.025	1	260	1	1
Diferencia								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Acetaldehído (C ₂ H ₄ O)	Acido Butírico (C ₄ H ₈ O ₂)	Amoniaco (NH ₃)	Clorofenol (C ₆ H ₅ ClO)	Dicloruro de azufre (SCl ₂)	Etil mercaptano (C ₂ H ₅ SR)	Etil acrilato (C ₅ H ₈ O ₂)	Estireno (C ₈ H ₈)
Promedio Aritmético								
Max. Perm. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	380	4	35	0.1	4.2	0.5	2	200
Diferencia								
sustancias generadoras de olores ofensivos								
muestra identificación	Monometil amina (CH ₅ N)	Metil mercaptano (CH ₃ SH)	Nitrobeneno (C ₆ H ₅ NO ₂)	Propil mercaptano (C ₃ H ₇ S)	Butil mercaptano (C ₄ H ₉ S)	Sulfuro de dimetilo (C ₂ H ₆ S)	Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	
Promedio Aritmético								
Max. Perm. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27	4	24	22	3	5	7	
Diferencia								

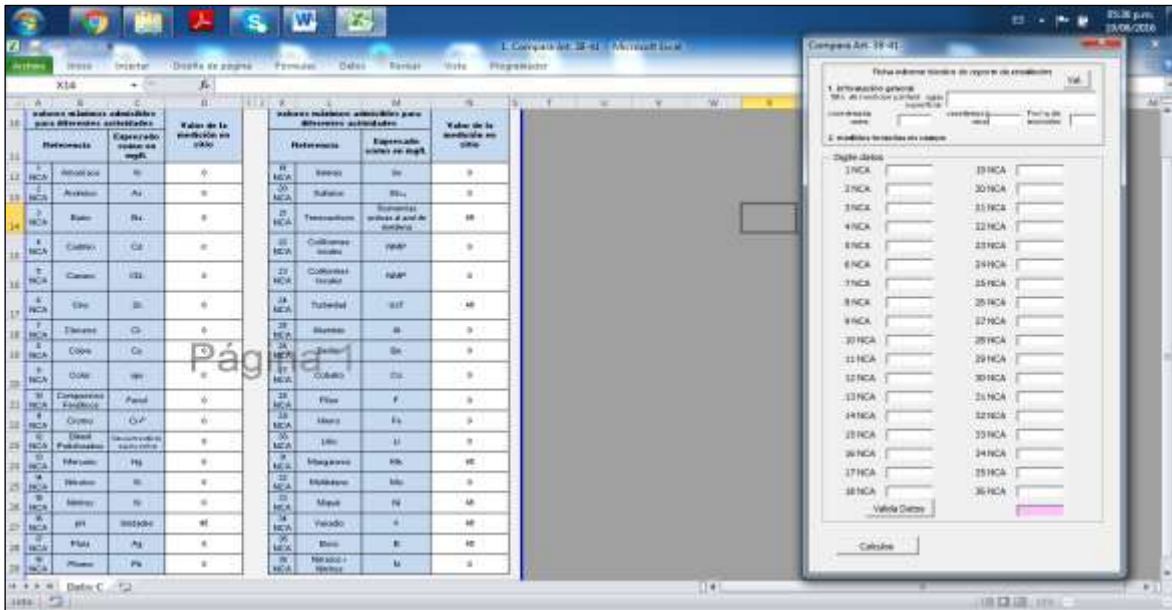
Fuente: elaboración propia.

Se pulsa el botón terminar para refrescar la pantalla, borrar los datos calculados y dejar el formulario en blanco.

En el libro EIA APetrol Normas Colombianas, componente agua, se encuentra un formulario en Excel con las celdas en blanco para que las diligencie el usuario.

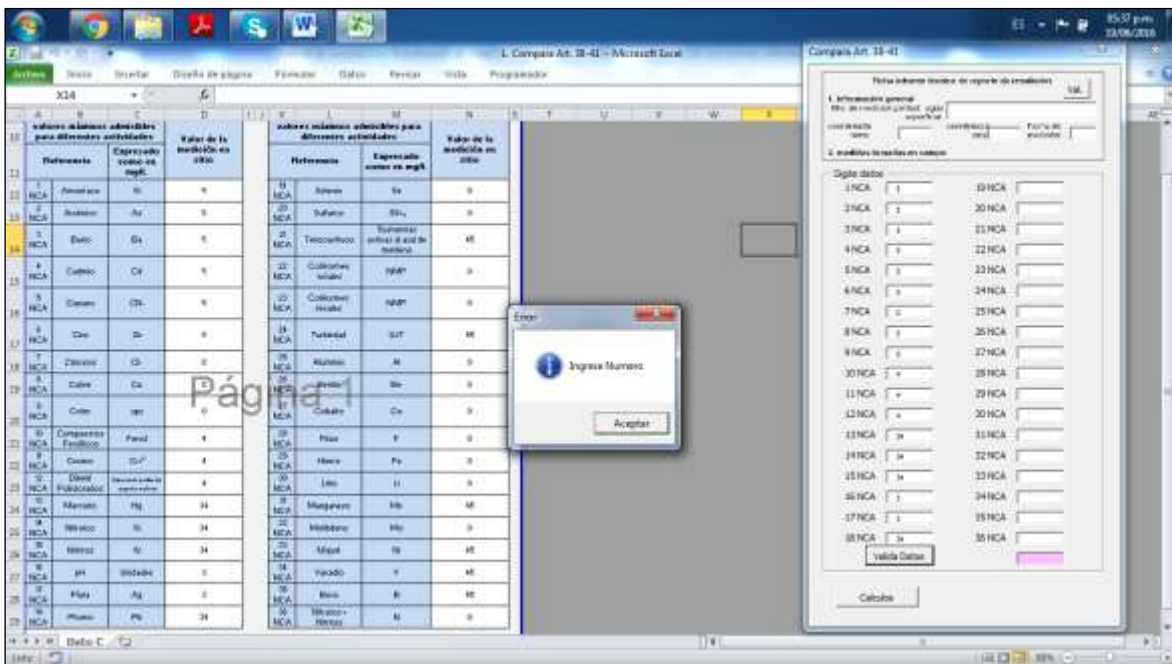
Mediante este formulario se pueden comparar los datos obtenidos en campo con cuatro diferentes valores establecidos en los artículos del 38 al 41.

Tabla 127. Presentación del formulario.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 128. Ingreso de datos.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 129. Ingreso total de datos y su validación.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

Valores mínimos admitidos para diferentes actividades			Valores máximos admitidos para diferentes actividades		
Nombres	Expresión como un sigla	Valor de la medida en dBm	Nombres	Expresión como un sigla	Valor de la medida en dBm
1 NCA	Antenas	6	11 NCA	Antenas	6
2 NCA	Antenas	4	12 NCA	Submar	6
3 NCA	Buco	4	13 NCA	Tecnoespec	6
4 NCA	Cableo	4	14 NCA	Cableado móvil	6
5 NCA	Cableo	6	15 NCA	Cableado móvil	6
6 NCA	Cableo	6	16 NCA	Turísticas	6
7 NCA	Cableo	6	17 NCA	Móviles	6
8 NCA	Cableo	6	18 NCA	Móviles	6
9 NCA	Cableo	6	19 NCA	Móviles	6
10 NCA	Componentes Emisoras	6	20 NCA	Móviles	6
11 NCA	Cableo	6	21 NCA	Móviles	6
12 NCA	Equipos de transmisión	6	22 NCA	Móviles	6
13 NCA	Móviles	6	23 NCA	Móviles	6
14 NCA	Móviles	6	24 NCA	Móviles	6
15 NCA	Móviles	6	25 NCA	Móviles	6
16 NCA	Móviles	6	26 NCA	Móviles	6
17 NCA	Móviles	6	27 NCA	Móviles	6
18 NCA	Móviles	6	28 NCA	Móviles	6
19 NCA	Móviles	6	29 NCA	Móviles	6
20 NCA	Móviles	6	30 NCA	Móviles	6
21 NCA	Móviles	6	31 NCA	Móviles	6
22 NCA	Móviles	6	32 NCA	Móviles	6
23 NCA	Móviles	6	33 NCA	Móviles	6
24 NCA	Móviles	6	34 NCA	Móviles	6
25 NCA	Móviles	6	35 NCA	Móviles	6
26 NCA	Móviles	6	36 NCA	Móviles	6
27 NCA	Móviles	6	37 NCA	Móviles	6
28 NCA	Móviles	6	38 NCA	Móviles	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla 130. Diferencia entre el valor encontrado y el valor estándar por norma.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

NCA	Valor encontrado	Valor estándar	Diferencia
1 NCA	6	6	0
2 NCA	4	4	0
3 NCA	4	4	0
4 NCA	4	4	0
5 NCA	6	6	0
6 NCA	6	6	0
7 NCA	6	6	0
8 NCA	6	6	0
9 NCA	6	6	0
10 NCA	6	6	0
11 NCA	6	6	0
12 NCA	6	6	0
13 NCA	6	6	0
14 NCA	6	6	0
15 NCA	6	6	0
16 NCA	6	6	0
17 NCA	6	6	0
18 NCA	6	6	0
19 NCA	6	6	0
20 NCA	6	6	0
21 NCA	6	6	0
22 NCA	6	6	0
23 NCA	6	6	0
24 NCA	6	6	0
25 NCA	6	6	0
26 NCA	6	6	0
27 NCA	6	6	0
28 NCA	6	6	0
29 NCA	6	6	0
30 NCA	6	6	0
31 NCA	6	6	0
32 NCA	6	6	0
33 NCA	6	6	0
34 NCA	6	6	0
35 NCA	6	6	0
36 NCA	6	6	0
37 NCA	6	6	0
38 NCA	6	6	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 131. Presentación del formulario de resultados.

Valores máximos admisibles para diferentes actividades		Valor de la medición en sitio	Límites de agua ISM DE 1984			
Referencia	Expresado como en mg/l		Art. 26 reglamento tratamiento convencional	Art. 26 reglamento de infiltración	Art. 68, admisible año	Art. 61, admisible año
1 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
2 NCA	Asbestos	0	0.05	0.05	0.1	0.1
3 NCA	Asbestos	0	0	1	0	0
4 NCA	Asbestos	0	0.01	0.01	0.01	0.01
5 NCA	Asbestos	0	0.2	0.2	0	0
6 NCA	Asbestos	0	0.5	0.5	0	0.5
7 NCA	Asbestos	0	0.01	0.01	0	0
8 NCA	Asbestos	0	0	1	0.2	0.5
9 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
10 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
11 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
12 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
13 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
14 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
15 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
16 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
17 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
18 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
19 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
20 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
21 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
22 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
23 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
24 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
25 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
26 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
27 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
28 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
29 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
30 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
31 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
32 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
33 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
34 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
35 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
36 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
37 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
38 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
39 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
40 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
41 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
42 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
43 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
44 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
45 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
46 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
47 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
48 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
49 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
50 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
51 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
52 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
53 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
54 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
55 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
56 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
57 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
58 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
59 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
60 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
61 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
62 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
63 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
64 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
65 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
66 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
67 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
68 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
69 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
70 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
71 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
72 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
73 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
74 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
75 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
76 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
77 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
78 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
79 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
80 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
81 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
82 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
83 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
84 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
85 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
86 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
87 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
88 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
89 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
90 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
91 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
92 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
93 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
94 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
95 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
96 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
97 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
98 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
99 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0
100 NCA	Asbestos	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Este formulario amplía la visión acerca de la relación entre la norma y los valores encontrados en campo.

Al abrir el libro compara artículo 72-74 componente agua aparece un formulario en Excel con las celdas en blanco para que las diligencie el usuario.

Las variables que no contengan datos se deben llenar con el valor de cero.

Tabla 132. Presentación del formulario.

Ficha técnica técnica de reporte de resultados

1. Información general
 Sitio de medición puntual, agua superficial: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____ fecha de medición: _____

2. mediciones tomadas en campo

Referencia * Norma técnica que debe cumplir todo sistema *	Valor medido	Unidad estándar	Unidad usada	Resultado de compare Art. 72
1. (24) pH			Un Función	0
2. (25) Temperatura			°C	0
3. (26) Flujo de agua (Caudal) (m³/s)			litros	0
4. (27) Nivel de agua			Resistencia (R) en carga	0
5. (28) Nivel de agua (medido en el punto)			Resistencia (R) en carga	0
6. (29) Nivel de agua (medido en el punto)			Resistencia (R) en carga	0

Referencia * Norma técnica que debe cumplir todo sistema a su desarrollo *	Valor medido	Unidad	Resultado de compare Art. 73
7. (30) pH		Un Función	0
8. (31) Temperatura		°C	0
9. (32) Nivel de agua (medido en el punto)		litros	0
10. (33) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
11. (34) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
12. (35) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
13. (36) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
14. (37) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
15. (38) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0
16. (39) Nivel de agua (medido en el punto)		Resistencia (R) en carga	0

Validar

Fuente: elaboración propia.

Estos formularios se deben diligenciar digitalmente con los datos obtenidos en campo para su posterior procesamiento. En este formulario se revisa el cumplimiento de los artículos 72 y 73, de tal manera que la celda que no cumple se ilumine de color rosado, permitiendo visualizar fácilmente las faltas que se están cometiendo.

Tabla 133. Todos los datos cumplen al límite.

Ficha informe técnico de reporte de resultados				
1. información general				
SMA de medición puntual, agua superficial				
coordenada norte:		coordenada este:		fecha de medición:
2. mediciones tomadas en campo				
Referencia * Nombres químicos que debe cumplir todo estaciones *	Valor medido	Unidad estacion	Unidad norma	Resultado de comparaci. An. T2
1. 230	pH	6	5 a 9 unidades	6
2. 230	Temperatura	42	14°C	42
3. 230	"Potencial libre" (E=masa/m ³ , Asumo de masa/m ³)	1	Asumo	1
4. 230	Oxígeno disuelto	70	Resolución 300 en carga	70
5. 230	Sólidos suspendidos, disueltos e indisolubles	60	Resolución 300 en carga	60
6. 230	Sólidos suspendidos, disueltos e indisolubles	60	Resolución 300 en carga	60
Referencia * Nombres químicos que debe cumplir todo estaciones a un día en el laboratorio *				
6. 230	pH	6	5 a 9 unidades	6
7. 230	Temperatura	42	14°C	42
8. 230	Acidez, base e sólidos e indisolubles que pueden causar corrosión/acidez, neutralización equivalente	1	Asumo	1
9. 230	Sólidos sedimentables	10	10 mL	10
10. 230	Sulfatos solubles en agua	50	100 mg/L	50
11. 230	Sólidos suspendidos para desechos disueltos e indisolubles	50	Resolución 300 en carga	50
12. 230	Sólidos suspendidos para desechos disueltos e indisolubles	50	Resolución 300 en carga	50
Demanda biológica de oxígeno				
13. 230	Para desechos disueltos	20	Resolución 300 en carga	20
14. 230	Para desechos disueltos	20	Resolución 300 en carga	20
15. 230	Para desechos indisolubles	20	Resolución 300 en carga	20
16. 230	Para desechos indisolubles	20	Resolución 300 en carga	20

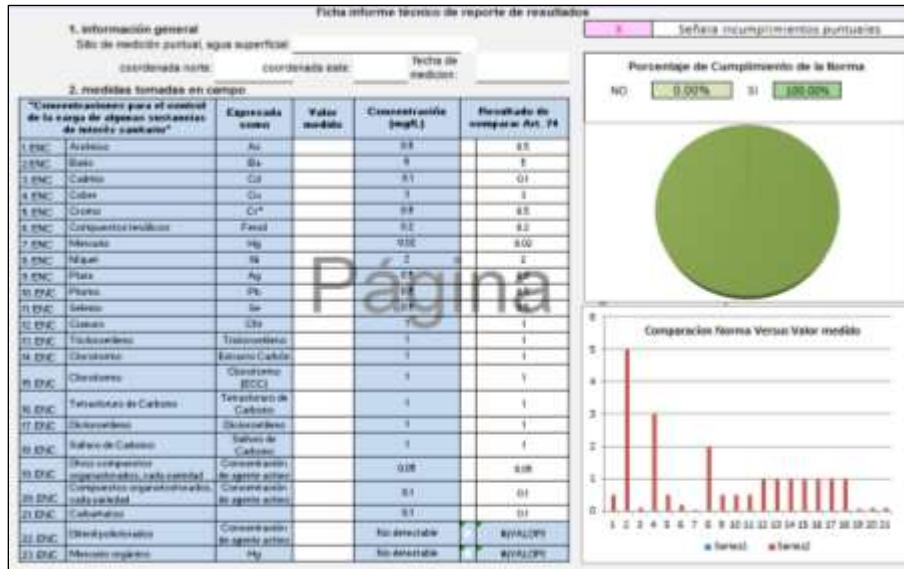
Fuente: elaboración propia.

Tabla 134. Datos que exceden los límites permitidos.

Ficha informe técnico de reporte de resultados				
1. información general				
SMA de medición puntual, agua superficial				
coordenada norte:		coordenada este:		fecha de medición:
2. mediciones tomadas en campo				
Referencia * Nombres químicos que debe cumplir todo estaciones *	Valor medido	Unidad estacion	Unidad norma	Resultado de comparaci. An. T2
1. 230	pH	4	5 a 9 unidades	4
2. 230	Temperatura	41	14°C	41
3. 230	"Potencial libre" (E=masa/m ³ , Asumo de masa/m ³)	1	Asumo	1
4. 230	Oxígeno disuelto	70	Resolución 300 en carga	70
5. 230	Sólidos suspendidos, disueltos e indisolubles	40	Resolución 300 en carga	40
6. 230	Sólidos suspendidos, disueltos e indisolubles	70	Resolución 300 en carga	70
Referencia * Nombres químicos que debe cumplir todo estaciones a un día en el laboratorio *				
6. 230	pH	4	5 a 9 unidades	4
7. 230	Temperatura	41	14°C	41
8. 230	Acidez, base e sólidos e indisolubles que pueden causar corrosión/acidez, neutralización equivalente	1	Asumo	1
9. 230	Sólidos sedimentables	10	10 mL	10
10. 230	Sulfatos solubles en agua	50	100 mg/L	50
11. 230	Sólidos suspendidos para desechos disueltos e indisolubles	40	Resolución 300 en carga	40
12. 230	Sólidos suspendidos para desechos disueltos e indisolubles	70	Resolución 300 en carga	70
Demanda biológica de oxígeno				
13. 230	Para desechos disueltos	20	Resolución 300 en carga	20
14. 230	Para desechos disueltos	70	Resolución 300 en carga	70
15. 230	Para desechos indisolubles	20	Resolución 300 en carga	20
16. 230	Para desechos indisolubles	70	Resolución 300 en carga	70

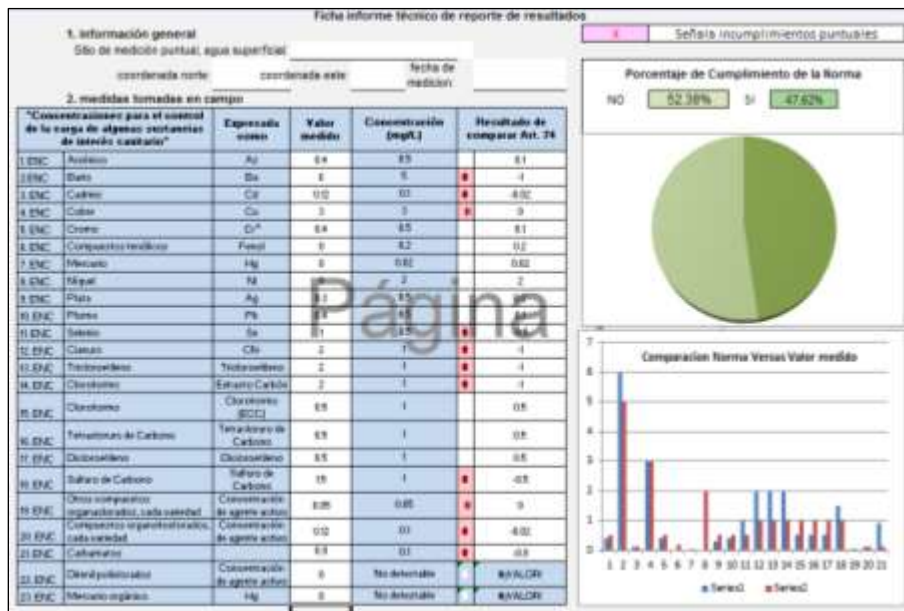
Fuente: elaboración propia.

Tabla 135. Presentación del formulario.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 136. Formulario empleado.



Fuente: elaboración propia.

Este formulario presenta gráficamente la comparación entre el valor medido y el valor establecido por la norma, además muestra en color rosado los valores de infracción.

ANEXO X

Manual de usuario para la EIA por el método de Leopold para la actividad petrolera

Al abrir el libro act. Petrol. Producción aparece un formulario en Excel con tres formatos (que se pueden visualizar desplazando el mouse hacia abajo): 1) matriz para el sistema abiótico, 2) matriz para el sistema biótico y 3) matriz para el sistema antrópico, que permiten evaluar el impacto ambiental de la actividad petrolera de producción por el método de Leopold.

Tabla 137. Presentación del formulario.

Sistema componente	Sistema componente	Abiótico - Características Físicas								
		atmosférico			terrestre				hídrico	
Sigla	Matriz para el sistema Abiótico	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico-química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua (calidad físico-química, biológica, eutrofización)
ACTIVIDADES										
Per_Pic 1	Revisión									
Per_Pic 2	Instalación de campamento									
Alto_Con 1	Perforación									
Alto_Con 2	Revestimiento complementario									
Alto_Con 3	Prueba									
Alto_Con 4	Gestión de residuos, adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo									
Alto_Con 5	Reconformación y recuperación localización									
Alto_Con 6	Restauración y abandono									
Ser_Inf 1	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red									
Ser_Inf 2	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo									
Ser_Inf 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas									
Ser_Inf 4	Construcción red de alcantarillado									
Ext_Con 1	Prueba de pozos									
Ext_Con 2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos									
Ext_Con 3	Mantenimiento de pozos, pozos									
Ext_Con 4	Inspección de pozos y líneas de flujo									
Ext_Con 5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía									
Ext_Con 6	Mantenimiento localizaciones									
Ext_Con 7	Restauración áreas afectadas									
Ext_Con 8	Monitoreo y seguimiento									
Ext_Con 9	Gestión de residuos									

Fuente: elaboración propia.

Estos formatos los debe diligenciar el usuario colocando cero (0) en las celdas habilitadas para este fin. Por ejemplo, si la actividad instalación de campamentos afecta el sistema biótico en el componente atmosférico aspecto aire, se debe colocar cero (0), con el fin de iluminar la celda D6, correspondiente a la actividad y al componente afectado.

Tabla 138. Digitar cero en la celda D6.

Sistema		Abiótico - Características Físicas						
		atmosférico			terrestre		hídrico	
componente		Clima (Variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del hidrólogo, régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso) Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización
Sigla	Matriz para el sistema Abiótico							
ACTIVIDADES								
Per_Piz 1	Movilización							
Per_Piz 2	Instalación de campamentos							
Asp_Con 1	Perforación							
Asp_Con 2	Revestimiento complementario							
Asp_Con 3	Prueba							
Asp_Con 4	Gestión de residuos Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades temporales de apoyo							
Asp_Con 5	Reconformación y recuperación localización							
Asp_Con 6	Restauración y abandono							
Ser_Inf 1	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red							
Ser_Inf 2	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo							
Ser_Inf 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas							
Ser_Inf 4	Construcción red de alcantarillado							
Ent_Con 1	Prueba de pozos							
Ent_Con 2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos							
Ent_Con 3	Mantenimiento de pozos, piscinas							
Ent_Con 4	Inspección de pozos y líneas de flujo							
Ent_Con 5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía							
Ent_Con 6	Mantenimiento localizaciones							
Ent_Con 7	Restauración áreas afectadas							
Ent_Con 8	Monitoreo y seguimiento							
Ent_Con 9	Gestión de residuos							

Fuente: elaboración propia.

Luego, se diligencian completamente los formularios.

Tabla 139. Matriz de afectación para el sistema abiótico.

Sistema componente	Biótico - Características Biológicas y ecológicas									
	Terrestre					Acuático				
Sigla	Matriz para el sistema Abiótico	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación física química, ocupación)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Uso del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua (calidad físico química biológica, eutrofización)
		ACTIVIDADES								
Per_Por_1	Mobilización									
Per_Por_2	Instalación de campamentos									
ARD_Can_1	Extracción									
ARD_Can_2	Desmantelamiento, desahorro de arena									
ARD_Can_3	Prueba									
ARD_Can_4	Selección de residuos, Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades									
ARD_Can_5	Desmantelamiento y abandono									
ARD_Can_6	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red									
ARD_Can_7	Construcción y prueba a planta a tratamiento agua para consumo									
ARD_Can_8	Vendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas									
ARD_Can_9	Construcción red de alcantarillado									
Ext_Can_1	Prueba de pozos									
Ext_Can_2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos									
Ext_Can_3	Mantenimiento de pozos									
Ext_Can_4	Inspección de pozos y líneas de flujo									
Ext_Can_5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía									
Ext_Can_6	Mantenimiento instalaciones									
Ext_Can_7	Restauración áreas afectadas									
Ext_Can_8	Monitoreo y seguimiento									
Ext_Can_9	Recepción de residuos									
Ext_Can_10	Atención de emergencias									
Ext_Can_11	Mantenimiento de instalaciones									
Ext_Can_12	Control operacional									
Ext_Can_13	Reclutamiento y seguimiento									
Ext_Can_14	Tratamiento de residuos									
Ext_Can_15	Atención de emergencias									
Ext_Can_16	Planificación y ejecución del abandono del campo									
Ext_Can_17	Elaboración plan de abandono									
Ext_Can_18	Desmantelamiento de instalaciones									
Ext_Can_19	Limpieza final del área									
Ext_Can_20	Recepción de residuos									
Ext_Can_21	Identificación y saneamiento del paisaje ambiental									
Ext_Can_22	Reparación de sistemas de tratamiento de residuo									
Ext_Can_23	Restauración áreas afectadas									
Ext_Can_24	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones									
Ext_Can_25	Identificación y saneamiento de compromisos									
Ext_Can_26	seguimiento									
Ext_Can_27	Investigación estado de recursos naturales									
Ext_Can_28	Elaboración plan de acciones de restauración, corrección									
Ext_Can_29	Elaboración plan de acciones de restauración, corrección									

Fuente: elaboración propia.

Tabla 140. Matriz de afectación para el sistema biótico.

Sistema componente	Biótico - Características Biológicas y ecológicas									
	Terrestre					Acuático				
Sigla	Matriz para el sistema Biótico	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación Terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna Terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación)	Vegetación Acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna Acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación)			
		ACTIVIDADES								
Per_Por_1	Mobilización									
Per_Por_2	Instalación de campamentos									
ARD_Can_1	Extracción		0		0		0			
ARD_Can_2	Desmantelamiento, desahorro de arena				0		0			
ARD_Can_3	Prueba				0		0			
ARD_Can_4	Selección de residuos, Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades		0		0		0			
ARD_Can_5	Desmantelamiento y abandono				0		0			
ARD_Can_6	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red				0		0			
ARD_Can_7	Construcción y prueba a planta a tratamiento agua para consumo				0		0			
ARD_Can_8	Vendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas				0		0			
ARD_Can_9	Construcción red de alcantarillado				0		0			
Ext_Can_1	Prueba de pozos				0		0			
Ext_Can_2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos				0		0			
Ext_Can_3	Mantenimiento de pozos				0		0			
Ext_Can_4	Inspección de pozos y líneas de flujo				0		0			
Ext_Can_5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía				0		0			
Ext_Can_6	Mantenimiento instalaciones				0		0			
Ext_Can_7	Restauración áreas afectadas				0		0			
Ext_Can_8	Monitoreo y seguimiento				0		0			
Ext_Can_9	Recepción de residuos				0		0			
Ext_Can_10	Atención de emergencias				0		0			
Ext_Can_11	Mantenimiento de instalaciones				0		0			
Ext_Can_12	Control operacional				0		0			
Ext_Can_13	Reclutamiento y seguimiento				0		0			
Ext_Can_14	Tratamiento de residuos				0		0			
Ext_Can_15	Atención de emergencias				0		0			
Ext_Can_16	Planificación y ejecución del abandono del campo				0		0			
Ext_Can_17	Elaboración plan de abandono				0		0			
Ext_Can_18	Desmantelamiento de instalaciones				0		0			
Ext_Can_19	Limpieza final del área				0		0			
Ext_Can_20	Recepción de residuos				0		0			
Ext_Can_21	Identificación y saneamiento del paisaje ambiental				0		0			
Ext_Can_22	Reparación de sistemas de tratamiento de residuo				0		0			
Ext_Can_23	Restauración áreas afectadas				0		0			
Ext_Can_24	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones				0		0			
Ext_Can_25	Identificación y saneamiento de compromisos				0		0			
Ext_Can_26	seguimiento				0		0			
Ext_Can_27	Investigación estado de recursos naturales				0		0			
Ext_Can_28	Elaboración plan de acciones de restauración, corrección				0		0			
Ext_Can_29	Elaboración plan de acciones de restauración, corrección				0		0			

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se cargan los datos en la matriz para el sistema antrópico.

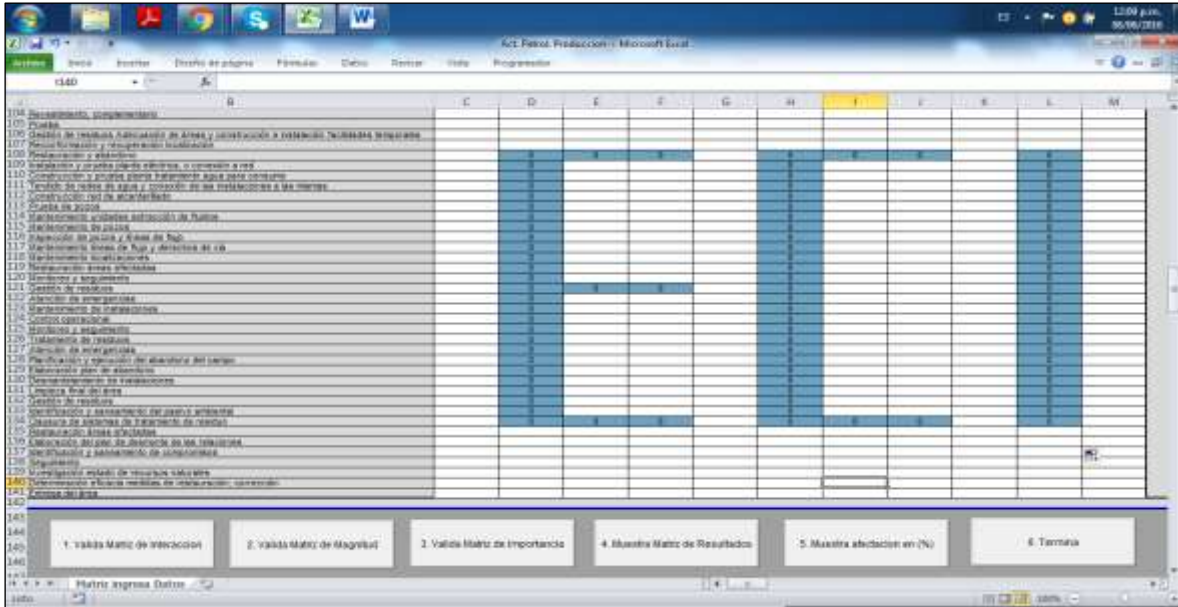
Tabla 141. Matriz de afectación para el sistema antrópico.

Sistema componente	Sistema componente	Antrópico - Características del Comportamiento Humano										
		Recursos				Infraestructura		Estructura			Superestructura	
Sigla	Matriz para el sistema Antrópico	Vegetación	Agua	Pedregos	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de	Riesgo Vital	Generación de Ingresos	Ocupación de Terrenos	Movilidad	Sistema Social	Sistema Cultural
ACTIVIDADES												
Act. 101	Actividad 1											
Act. 102	Actividad 2											
Act. 103	Actividad 3											
Act. 104	Actividad 4											
Act. 105	Actividad 5											
Act. 106	Actividad 6											
Act. 107	Actividad 7											
Act. 108	Actividad 8											
Act. 109	Actividad 9											
Act. 110	Actividad 10											
Act. 111	Actividad 11											
Act. 112	Actividad 12											
Act. 113	Actividad 13											
Act. 114	Actividad 14											
Act. 115	Actividad 15											
Act. 116	Actividad 16											
Act. 117	Actividad 17											
Act. 118	Actividad 18											
Act. 119	Actividad 19											
Act. 120	Actividad 20											
Act. 121	Actividad 21											
Act. 122	Actividad 22											
Act. 123	Actividad 23											
Act. 124	Actividad 24											
Act. 125	Actividad 25											
Act. 126	Actividad 26											
Act. 127	Actividad 27											
Act. 128	Actividad 28											
Act. 129	Actividad 29											
Act. 130	Actividad 30											
Act. 131	Actividad 31											
Act. 132	Actividad 32											
Act. 133	Actividad 33											
Act. 134	Actividad 34											
Act. 135	Actividad 35											
Act. 136	Actividad 36											
Act. 137	Actividad 37											
Act. 138	Actividad 38											
Act. 139	Actividad 39											
Act. 140	Actividad 40											
Act. 141	Actividad 41											
Act. 142	Actividad 42											
Act. 143	Actividad 43											
Act. 144	Actividad 44											
Act. 145	Actividad 45											
Act. 146	Actividad 46											
Act. 147	Actividad 47											
Act. 148	Actividad 48											
Act. 149	Actividad 49											
Act. 150	Actividad 50											
Act. 151	Actividad 51											
Act. 152	Actividad 52											
Act. 153	Actividad 53											
Act. 154	Actividad 54											
Act. 155	Actividad 55											
Act. 156	Actividad 56											
Act. 157	Actividad 57											
Act. 158	Actividad 58											
Act. 159	Actividad 59											
Act. 160	Actividad 60											
Act. 161	Actividad 61											
Act. 162	Actividad 62											
Act. 163	Actividad 63											
Act. 164	Actividad 64											
Act. 165	Actividad 65											
Act. 166	Actividad 66											
Act. 167	Actividad 67											
Act. 168	Actividad 68											
Act. 169	Actividad 69											
Act. 170	Actividad 70											
Act. 171	Actividad 71											
Act. 172	Actividad 72											
Act. 173	Actividad 73											
Act. 174	Actividad 74											
Act. 175	Actividad 75											
Act. 176	Actividad 76											
Act. 177	Actividad 77											
Act. 178	Actividad 78											
Act. 179	Actividad 79											
Act. 180	Actividad 80											
Act. 181	Actividad 81											
Act. 182	Actividad 82											
Act. 183	Actividad 83											
Act. 184	Actividad 84											
Act. 185	Actividad 85											
Act. 186	Actividad 86											
Act. 187	Actividad 87											
Act. 188	Actividad 88											
Act. 189	Actividad 89											
Act. 190	Actividad 90											
Act. 191	Actividad 91											
Act. 192	Actividad 92											
Act. 193	Actividad 93											
Act. 194	Actividad 94											
Act. 195	Actividad 95											
Act. 196	Actividad 96											
Act. 197	Actividad 97											
Act. 198	Actividad 98											
Act. 199	Actividad 99											
Act. 200	Actividad 100											

Fuente: elaboración propia.

La parte inferior del formulario tiene seis botones, los cuales se deben pulsar de acuerdo con el orden en que aparecen.

Tabla 142. Botones en la parte inferior del formulario.



Fuente: elaboración propia.

Al pulsar el botón número 1 se iluminan las celdas donde se deben colocar los valores de impacto causados por la actividad de producción.

Tabla 143. Valida matriz de interacción clic en 1.


Tra Flu 6	Planificación y ejecución del abandono del campo		0		
Tra Flu 7	Elaboración plan de abandono		0		
Tra Flu 8	Desmantelamiento de instalaciones		0		
Tra Flu 9	Limpieza final del área		0		
Tra Flu 10	Gestión de residuos		0		
Tra Flu 11	Identificación y saneamiento del pasivo ambiental		0		
Tra Flu 12	Clausura de sistemas de tratamiento de residuo		0	0	
Tra Flu 13	Restauración áreas afectadas				
Rel Com 1	Elaboración del plan de desmonte de las relaciones				
Rel Com 2	Identificación y saneamiento de compromisos				
Rel Com 3	Seguimiento				
Eva Exp 1	Investigación estado de recursos naturales				
Eva Exp 2	Determinación eficacia medidas de restauración; corrección				
Eva Exp 3	Entrega del área				

1. Valida Matriz de Interaccion

2. Valida Matriz de Magnitud

3. Valida Matriz de Importancia

4. Muestra N



Fuente: elaboración propia.

Se carga la valoración del efecto positivo (+) o negativo (-) y la magnitud del impacto entre 1 y 5 en las celdas iluminadas para tal fin.

Tabla 144. Matriz del impacto para el sistema abiótico.

Sistema componente	Sigla	Matriz para el sistema Abiótico	Abiótico - Características Físicas								
			atmosférico			terrestre				hídrico	
			Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación física química, ocupación)	Hidrología (regímenes hídricos, dinámica de cauces)	Lluvia del agua (contaminación del agua por del recurso)	Calidad del agua (calidad física química biológica, acidificación)
ACTIVIDADES											
gr. Pol. 1	Mediación										
gr. Pol. 2	Instalación de campamentos										
sd. Con. 1	Perforación										
sd. Con. 2	Revestimiento, completamiento										
sd. Con. 3	Puerta										
sd. Con. 4	Quezon de residuos, Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades										
sd. Con. 5	Reconformación y recuperación localización										
sd. Con. 6	Desmantelamiento y abandono										
gr. Imp. 1	Instalación y puesta en marcha planta eléctrica, o conexión a red										
gr. Imp. 2	Construcción y puesta en marcha planta tratamiento agua para consumo										
gr. Imp. 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas										
gr. Imp. 4	Construcción red de alcantarillado										
st. Can. 1	Obra de pozos										
st. Can. 2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos										
st. Can. 3	Mantenimiento de pozos										
st. Can. 4	Inspección de pozos y líneas de flujo										
st. Can. 5	Mantenimiento línea de flujo y derechos de vía										
st. Can. 6	Mantenimiento localizaciones										
st. Can. 7	Restauración áreas afectadas										
st. Can. 8	Monitoreo y seguimiento										
st. Can. 9	Quezon de residuos										
st. Can. 10	Atención de emergencias										
ca. Ecu. 1	Mantenimiento de instalaciones										
ca. Ecu. 2	Control operacional										
ca. Ecu. 3	Monitoreo y seguimiento										
ca. Ecu. 4	Tratamiento de residuos										
ca. Ecu. 5	Atención de emergencias										
ca. Ecu. 6	Planificación y ejecución del abandono del campo										
ca. Ecu. 7	Elaboración plan de abandono										
ca. Ecu. 8	Desmantelamiento de instalaciones										
ca. Ecu. 9	Remedia y flora del área										
ca. Ecu. 10	Quezon de residuos										
ca. Ecu. 11	Identificación y saneamiento del pasivo ambiental										
ca. Ecu. 12	Clasificación de sistemas de tratamiento de residuo										
ca. Ecu. 13	Restauración áreas afectadas										
pl. Com. 1	Elaboración del plan de monitoreo de las relaciones										
pl. Com. 2	Identificación y saneamiento de comarcas										

Fuente: elaboración propia.

Tabla 145. Matriz de magnitud del impacto para el sistema biótico.

Sistema componente	Sigla	Matriz para el sistema Biótico	Biótico - Características Biológicas y ecológicas				
			Terrestre			Acuático	
			Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación Terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna Terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación)	Vegetación Acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)
ACTIVIDADES							
gr. Pol. 1	Mediación						
gr. Pol. 2	Instalación de campamentos						
sd. Con. 1	Perforación						
sd. Con. 2	Revestimiento, completamiento						
sd. Con. 3	Puerta						
sd. Con. 4	Quezon de residuos, Adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades						
sd. Con. 5	Reconformación y recuperación localización						
sd. Con. 6	Desmantelamiento y abandono						
gr. Imp. 1	Instalación y puesta en marcha planta eléctrica, o conexión a red						
gr. Imp. 2	Construcción y puesta en marcha planta tratamiento agua para consumo						
gr. Imp. 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas						
gr. Imp. 4	Construcción red de alcantarillado						
st. Can. 1	Obra de pozos						
st. Can. 2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos						
st. Can. 3	Mantenimiento de pozos						
st. Can. 4	Inspección de pozos y líneas de flujo						
st. Can. 5	Mantenimiento línea de flujo y derechos de vía						
st. Can. 6	Mantenimiento localizaciones						
st. Can. 7	Restauración áreas afectadas						
st. Can. 8	Monitoreo y seguimiento						
st. Can. 9	Quezon de residuos						
st. Can. 10	Atención de emergencias						
ca. Ecu. 1	Mantenimiento de instalaciones						
ca. Ecu. 2	Control operacional						
ca. Ecu. 3	Monitoreo y seguimiento						
ca. Ecu. 4	Tratamiento de residuos						
ca. Ecu. 5	Atención de emergencias						
ca. Ecu. 6	Planificación y ejecución del abandono del campo						
ca. Ecu. 7	Elaboración plan de abandono						
ca. Ecu. 8	Desmantelamiento de instalaciones						
ca. Ecu. 9	Remedia y flora del área						
ca. Ecu. 10	Quezon de residuos						
ca. Ecu. 11	Identificación y saneamiento del pasivo ambiental						
ca. Ecu. 12	Clasificación de sistemas de tratamiento de residuo						
ca. Ecu. 13	Restauración áreas afectadas						
pl. Com. 1	Elaboración del plan de monitoreo de las relaciones						
pl. Com. 2	Identificación y saneamiento de comarcas						

Fuente: elaboración propia.

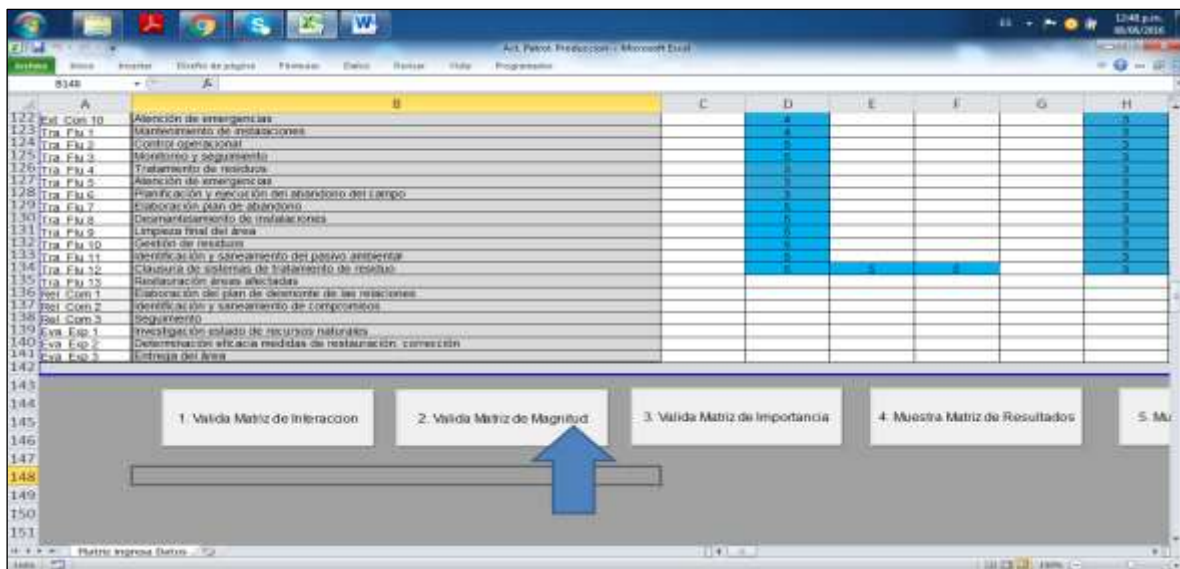
Tabla 146. Matriz de magnitud del impacto para el sistema antrópico.

Siga	Sistema componente	Antrópico - Características del Comportamiento Humano										
		Recursos				Infraestructura			Estructura			
	Matriz para el sistema Antrópico	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de hábitats	Red Vial	Generación de Ingresos	Ocupación de Terrenos	Movilidad	Sistema Social	Sistema Cultural
ACTIVIDADES												
121	Muestreo											
122	Mantenimiento de instalaciones											
123	Control operacional											
124	Distribución y Seguramiento											
125	Tratamiento de residuos											
126	Atención de emergencias											
127	Planificación y ejecución del abandono del campo											
128	Elaboración plan de abandono											
129	Desmantelamiento de instalaciones											
130	Limpieza final del área											
131	Tratamiento de residuos											
132	Atención de emergencias											
133	Planificación y ejecución del abandono del campo											
134	Elaboración plan de abandono											
135	Desmantelamiento de instalaciones											
136	Limpieza final del área											
137	Tratamiento de residuos											
138	Atención de emergencias											
139	Planificación y ejecución del abandono del campo											
140	Elaboración plan de abandono											
141	Desmantelamiento de instalaciones											
142	Limpieza final del área											

Fuente: elaboración propia.

Para validar los datos ingresados se da clic sobre el botón 2.

Tabla 147. Valida magnitud clic en 2.



Fuente: elaboración propia.

Luego se carga la valoración del efecto positivo (+) o negativo (-) y la importancia del impacto entre 1 y 5 en las celdas iluminadas para tal fin.

Tabla 148. Matriz de Importancia del impacto para el sistema abiótico.

Sigla	componente	Matriz para el sistema Abiótico									
		atmosférico			terrestre				hídrico		
		Clima (variación de temperatura)	Air (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Contaminación (modificación de la flora, estabilidad del terreno)	aguas, agricultura, extracción, extracción, extracción	extracción (extracción de recursos)	Uso del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua (calidad física química biológica, microbiológica)	
ACTIVIDADES											
gr. Poz 1	Revisión										
gr. Poz 2	Instalación de campamento										
so. Con 1	Perforación										
so. Con 2	Revoloteo, completamiento										
so. Con 3	Prueba										
so. Con 4	Diseño de residuos, adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades terrestres										
so. Con 5	Reconstrucción y recuperación localización										
so. Con 6	Restauración y abandono										
gr. Imp 1	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red										
gr. Imp 2	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo										
gr. Imp 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas										
gr. Imp 4	Construcción red de alcantarillado										
sa. Con 1	Pozos de pozos										
sa. Con 2	Mantenimiento inyectores extracción de fluidos										
sa. Con 3	Mantenimiento de pozos										
sa. Con 4	Inspección de pozos y líneas de flujo										
sa. Con 5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía										
sa. Con 6	Mantenimiento localizaciones										
sa. Con 7	Restauración áreas afectadas										
sa. Con 8	Monitoreo y seguimiento										
sa. Con 9	Deposito de residuos										
sa. Con 10	Atención de emergencias										
sa. Etl 1	Mantenimiento de instalaciones										
sa. Etl 2	Control operacional										
sa. Etl 3	Monitoreo y seguimiento										
sa. Etl 4	Tratamiento de residuos										
sa. Etl 5	Atención de emergencias										
sa. Etl 6	Planificación y ejecución del abandono del campo										

Fuente: elaboración propia.

Tabla 149. Matriz de importancia del impacto para el sistema biótico.

Sigla	componente	Terrestre					Acuático	
		Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación Terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna Terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación)	Vegetación Acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna Acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación)	
ACTIVIDADES								
gr. Poz 1	Revisión							
gr. Poz 2	Instalación de campamento							
so. Con 1	Perforación							
so. Con 2	Revoloteo, completamiento							
so. Con 3	Prueba							
so. Con 4	Diseño de residuos, adecuación de áreas y construcción e instalación facilidades terrestres							
so. Con 5	Reconstrucción y recuperación localización							
so. Con 6	Restauración y abandono							
gr. Imp 1	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red							
gr. Imp 2	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo							
gr. Imp 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas							
gr. Imp 4	Construcción red de alcantarillado							
sa. Con 1	Pozos de pozos							
sa. Con 2	Mantenimiento inyectores extracción de fluidos							
sa. Con 3	Mantenimiento de pozos							
sa. Con 4	Inspección de pozos y líneas de flujo							
sa. Con 5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía							
sa. Con 6	Mantenimiento localizaciones							
sa. Con 7	Restauración áreas afectadas							
sa. Con 8	Monitoreo y seguimiento							
sa. Con 9	Deposito de residuos							
sa. Con 10	Atención de emergencias							
sa. Etl 1	Mantenimiento de instalaciones							
sa. Etl 2	Control operacional							
sa. Etl 3	Monitoreo y seguimiento							
sa. Etl 4	Tratamiento de residuos							
sa. Etl 5	Atención de emergencias							
sa. Etl 6	Planificación y ejecución del abandono del campo							

Fuente: elaboración propia.

Tabla 150. Matriz de importancia del impacto para el sistema antrópico.

Sigla	Sistema componente	Antrópico - Características del Comportamiento Humano										
		Recursos				Infraestructura			Estructura		Superestructura	
		Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del suelo, distribución y tamaño de Muebles	Red Vial	Gestión de Ingresos	Ocupación de Terrenos	Movilidad	Sistema Social	Sistema Cultural
ACTIVIDADES												
01-P01	Muestreo											
01-P02	Instalación de sismómetros											
01-P03	Reconstrucción											
01-P04	Reconstrucción de infraestructura											
01-P05	Reconstrucción de viviendas											
01-P06	Reconstrucción de escuelas											
01-P07	Reconstrucción de hospitales											
01-P08	Reconstrucción de centros de salud											
01-P09	Reconstrucción de centros de trabajo											
01-P10	Reconstrucción de centros de recreación											
01-P11	Reconstrucción de centros de estudio											
01-P12	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P13	Reconstrucción de centros de servicios											
01-P14	Reconstrucción de centros de atención											
01-P15	Reconstrucción de centros de capacitación											
01-P16	Reconstrucción de centros de asistencia											
01-P17	Reconstrucción de centros de rehabilitación											
01-P18	Reconstrucción de centros de diagnóstico											
01-P19	Reconstrucción de centros de tratamiento											
01-P20	Reconstrucción de centros de prevención											
01-P21	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P22	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P23	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P24	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P25	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P26	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P27	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P28	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P29	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P30	Reconstrucción de centros de control											
01-P31	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P32	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P33	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P34	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P35	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P36	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P37	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P38	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P39	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P40	Reconstrucción de centros de control											
01-P41	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P42	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P43	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P44	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P45	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P46	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P47	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P48	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P49	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P50	Reconstrucción de centros de control											

Fuente: elaboración propia.

Ahora, para validar los datos ingresados se hace clic en el botón 3.

Tabla 151. Valida importancia clic en 3.

01-P01	Muestreo											
01-P02	Instalación de sismómetros											
01-P03	Reconstrucción											
01-P04	Reconstrucción de infraestructura											
01-P05	Reconstrucción de viviendas											
01-P06	Reconstrucción de escuelas											
01-P07	Reconstrucción de hospitales											
01-P08	Reconstrucción de centros de salud											
01-P09	Reconstrucción de centros de trabajo											
01-P10	Reconstrucción de centros de recreación											
01-P11	Reconstrucción de centros de estudio											
01-P12	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P13	Reconstrucción de centros de servicios											
01-P14	Reconstrucción de centros de atención											
01-P15	Reconstrucción de centros de capacitación											
01-P16	Reconstrucción de centros de asistencia											
01-P17	Reconstrucción de centros de rehabilitación											
01-P18	Reconstrucción de centros de diagnóstico											
01-P19	Reconstrucción de centros de tratamiento											
01-P20	Reconstrucción de centros de prevención											
01-P21	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P22	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P23	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P24	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P25	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P26	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P27	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P28	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P29	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P30	Reconstrucción de centros de control											
01-P31	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P32	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P33	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P34	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P35	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P36	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P37	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P38	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P39	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P40	Reconstrucción de centros de control											
01-P41	Reconstrucción de centros de monitoreo											
01-P42	Reconstrucción de centros de evaluación											
01-P43	Reconstrucción de centros de investigación											
01-P44	Reconstrucción de centros de desarrollo											
01-P45	Reconstrucción de centros de innovación											
01-P46	Reconstrucción de centros de emprendimiento											
01-P47	Reconstrucción de centros de liderazgo											
01-P48	Reconstrucción de centros de gestión											
01-P49	Reconstrucción de centros de planificación											
01-P50	Reconstrucción de centros de control											

1. Valida Matriz de Interacción 2. Valida Matriz de Magnitud 3. Valida Matriz de Importancia 4. Muestra Matriz de Resultados 5. Muestra afectación



Fuente: elaboración propia.

Para ver los resultados se da clic en el botón 4.

Tabla 152. Ver resultados clic en 4.

Cod. It	Descripción de las actividades								
a. Flu 1	Manejo de emergencias								
a. Flu 2	Control operativo								
a. Flu 3	Monitoreo y seguimiento								
a. Flu 4	Tratamiento de residuos								
a. Flu 5	Atención de emergencias								
a. Flu 6	Planificación y ejecución del abandono del campo								
a. Flu 7	Elaboración plan de abandono								
a. Flu 8	Desmantelamiento de instalaciones								
a. Flu 9	Limpieza final del área								
a. Flu 10	Gestión de residuos								
a. Flu 11	Identificación y saneamiento del patrimonio ambiental								
a. Flu 12	Clausura de sistemas de tratamiento de residuos								
a. Flu 13	Restauración áreas afectadas								
a. Com 1	Elaboración del plan de desarrollo de las acciones								
a. Com 2	Identificación y saneamiento de compromisos								
a. Com 3	Seguimiento								
a. Esp 1	Investigación estado de recursos naturales								
a. Esp 2	Determinación eficacia medidas de restauración conbiocon								
a. Esp 3	Entrega del área								

1. Valida Matriz de Interacción

2. Valida Matriz de Magnitud

3. Valida Matriz de Importancia

4. Muestra Matriz de Resultados

Fuente: elaboración propia.

Tabla 153. Matriz de impacto para el sistema abiótico.

Siga	Matriz de Resultados para el sistema Abiótico	Abiótico - Características Físicas									
		atmosférica			terrestre				hídrico		
		Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico-química, toxicidad)	Hidrología (regimen hídrico, dinámica de cauces)	Uso del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua (calidad físico-química biológica, bacteriológica)	
ACTIVIDADES											
a. Flu 1	Atención de emergencias		3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50			
a. Flu 2	Control operativo										
a. Flu 3	Monitoreo y seguimiento										
a. Flu 4	Tratamiento de residuos										
a. Flu 5	Atención de emergencias										
a. Flu 6	Planificación y ejecución del abandono del campo										
a. Flu 7	Elaboración plan de abandono										
a. Flu 8	Desmantelamiento de instalaciones										
a. Flu 9	Limpieza final del área										
a. Flu 10	Gestión de residuos										
a. Flu 11	Identificación y saneamiento del patrimonio ambiental										
a. Flu 12	Clausura de sistemas de tratamiento de residuos										
a. Flu 13	Restauración áreas afectadas										
a. Com 1	Elaboración del plan de desarrollo de las acciones										
a. Com 2	Identificación y saneamiento de compromisos										
a. Com 3	Seguimiento										
a. Esp 1	Investigación estado de recursos naturales										
a. Esp 2	Determinación eficacia medidas de restauración conbiocon										
a. Esp 3	Entrega del área										

Fuente: elaboración propia.

Tabla 154. Matriz de impacto para el sistema biótico.

Sigla	Sistema componente	Biotico - Características Biológicas y ecológicas					
		Terrestre			Acuático		
		Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación Terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna Terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación)	Vegetación Acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna Acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación)
	ACTIVIDADES						
Per_Poz 1	Movilización						
Per_Poz 2	Instalación de campamentos		-1.00		4.00		-0.25
Asp_Con 1	Perforación						
Asp_Con 2	Revestimiento, completamiento		0.40		1.00		2.50
Asp_Con 3	Prueba						
Asp_Con 4	Gestión de residuos Adecuación de áreas y construcción e instalación /acilidades		0.60		-1.33		-1.25
Asp_Con 5	Reconformación y recuperación localización						
Asp_Con 6	Restauración y abandono		-1.67		-0.40		1.50
Ser_Imp 1	Instalación y prueba planta eléctrica, o conexión a red						
Ser_Imp 2	Construcción y prueba planta tratamiento agua para consumo		0.80		1.00		1.25
Ser_Imp 3	Tendido de redes de agua y conexión de las instalaciones a las mismas						
Ser_Imp 4	Construcción red de alcantarillado		0.67		2.00		0.75
Evt_Con 1	Prueba de pozos						
Evt_Con 2	Mantenimiento unidades extracción de fluidos		1.67		0.60		1.00
Evt_Con 3	Mantenimiento de pozos						
Evt_Con 4	Inspección de pozos y líneas de flujo		1.67		0.60		1.00
Evt_Con 5	Mantenimiento líneas de flujo y derechos de vía						
Evt_Con 6	Mantenimiento localizaciones		1.33		0.75		1.00
Evt_Con 7	Restauración áreas afectadas						
Evt_Con 8	Monitoreo y seguimiento		1.33		0.75		1.00
Evt_Con 9	Gestión de residuos						
Evt_Con 10	Atención de emergencias		-0.67		-1.50		1.00
Tra_Flu 1	Mantenimiento de instalaciones						
Tra_Flu 2	Control operacional		-1.00		-1.00		1.00
Tra_Flu 3	Monitoreo y seguimiento						
Tra_Flu 4	Tratamiento de residuos		-1.25		-0.80		1.00
Tra_Flu 5	Atención de emergencias						
Tra_Flu 6	Planificación y ejecución del abandono del campo		-0.25		-4.00		1.00
Tra_Flu 7	Elaboración plan de abandono						
Tra_Flu 8	Desmantelamiento de instalaciones		0.25		4.00		1.00
Tra_Flu 9	Limpieza final del área						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 155. Matriz de impacto para el sistema antrópico.

Sistema componente	Antropico - Características del Comportamiento Humano										
	Recursos			Infraestructura			Estructura		Superestructura		
Sigla	Vegetacion	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribucion y tamano de Nucleos	Red Vial	Generacion de Ingresos	Ocupacion de Terrenos	Movilidad	Sistema Social	Sistema Cultural
ACTIVIDADES											
Per Poo1	Movilizacion										
Per Poo2	Instalacion de campamentos										
esp Con1	Perforacion										
esp Con2	Revestimiento complementario										
esp Con3	Prueba										
esp Con4	Gestion de residuos Adensacion de areas y construccion e instalacion facilidades										
esp Con5	Reconformacion y recuperacion localizacion										
esp Con6	Restauracion y abandono	1.00	0.60	0.60		0.60	1.00	1.00		1.67	
er Imp1	Instalacion y prueba planta electrica, o conexi6n a red	5.00				-4.40					0.33
er Imp2	Construccion y prueba planta tratamiento agua para consumo	4.00				0.50					0.33
er Imp3	Tendido de redes de agua y conexi6n de las instalaciones a las mismas	4.00				-1.25					0.33
er Imp4	Construccion red de alcantarillado	4.00				-1.25					0.33
er Con1	Prueba de pozos	3.00				-1.67					0.33
er Con2	Mantenimiento unidades extracci6n de fluidos	3.00				-1.67					0.33
er Con3	Mantenimiento de pozos	3.00				-1.67					0.33
er Con4	Inspeccion de pozos y lineas de flujo	2.00				-2.50					0.33
er Con5	Mantenimiento lineas de flujo y derechos de via	2.00				-2.50					0.33
er Con6	Mantenimiento localizaciones	5.00				-1.00					0.33
er Con7	Restauracion areas afectadas	5.00				-1.00					0.33
er Con8	Monitoreo y seguimiento	5.00				-1.00					0.33
er Con9	Gestion de residuos	4.00	1.00	1.00		-1.25					0.33
er Con10	Atencion de emergencias	2.00				0.75					1.00
er Flu1	Mantenimiento de instalaciones	2.00				0.75					-1.00
er Flu2	Control operacional	2.50				0.60					-1.40
er Flu3	Monitoreo y seguimiento	2.50				0.60					-1.40
er Flu4	Tratamiento de residuos	1.50				1.00					-1.40
er Flu5	Atencion de emergencias	0.60				1.00					-1.00
er Flu6	Planificaci6n y ejecuci6n del abandono del campo	0.60				1.00					-1.00
er Flu7	Elaboracion plan de abandono	1.00				0.60					-1.00
er Flu8	Desmantelamiento de instalaciones	1.00				0.60					-1.00
er Flu9	Limpieza final del area	1.00				0.60					-1.00
er Flu10	Gestion de residuos	1.00				0.60					-1.00
er Flu11	Identificaci6n y saneamiento del pasivo ambiental	1.00				0.60					-1.00
er Flu12	Clausura de sistemas de tratamiento de residuo	1.00	1.00	1.00		0.60	1.00	1.00			-1.00
er Flu13	Restauracion areas afectadas										
er Com1	Elaboracion del plan de desmonte de las relaciones										
er Com2	Identificaci6n y saneamiento de compromisos										
er Com3	Seguimiento										
eva Esp1	Investigacion estado de recursos naturales										
eva Esp2	Determinacion eficacia medidas de restauracion, conexi6n										
eva Esp3	Entrega del area										
		0	0	3	3	0	-1	2	2	0	-3
		0	0	3	3	0	-1	2	2	0	-3

Fuente: elaboraci6n propia.

Para ver el resultado final se da clic en el bot6n 5.

Tabla 158. Resumen de porcentajes por sistema afectado.

Sistema	Abiótico - Características físicas										
	Atmosférico			Terrestre				Hídrico			
Sigla	Matriz resumen de resultados para el sistema Abiótico										
	Clima (variación de temperatura)	Aire (contaminación en el aire)	Ruido (contaminación acústica)	Geología (variación de las propiedades)	Geomorfología (modificación de laderas, estabilidad del relieve)	Suelos (capacidad agrícola, contaminación físico química, ocupación del suelo)	Hidrología (régimen hídrico, dinámica de cauces)	Usos del agua (contaminación del agua uso del recurso)	Calidad del agua calidad físico química biológica, eutrofización		
	0	-11	3	3	3	3	10	0	0		
Sistema	Biótico - Características biológicas y ecológicas										
	Terrestre					Acuático					
Sigla	Matriz resumen de resultados para el sistema biótico										
	Paisaje (conservación de áreas naturales, enfoque estético)	Vegetación Terrestre (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Suelo	Fauna terrestre (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal)	Vegetación acuática (abundancia, densidad, cobertura, biomasa, diversidad)	Fauna acuática (especies, población, integración con comunidades, ocupación temporal o permanente)					
	0	2	0	7	0	19					
Sistema	Antrópico - Características del comportamiento humano										
	Recursos				Infraestructura		Estructura		Superestructura		
Sigla	Matriz para el sistema antrópico										
	Vegetación	Agua	Pesca	Turismo	Uso del Suelo, distribución y tamaño de Núcleos	Red vial	Generación de ingresos	Ocupación de terrenos	Movilidad	Sistema social	Sistema cultural
	0	68	3	3	0	-7	2	2	0	-3	0

Fuente: elaboración propia.

El botón termina (6) limpia la pantalla de datos para iniciar un nuevo estudio y cierra el programa Excel.

Este es el procedimiento que usa el programa para le Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Leopold para cualquier otra actividad petrolera.

ANEXO XI

Manual de usuario para la EIA por el método de Battelle-Columbus para la actividad petrolera

Al abrir el libro EIA APetrol Battelle aparece un formulario en Excel con el diseño general de la matriz de Battelle-Columbus.

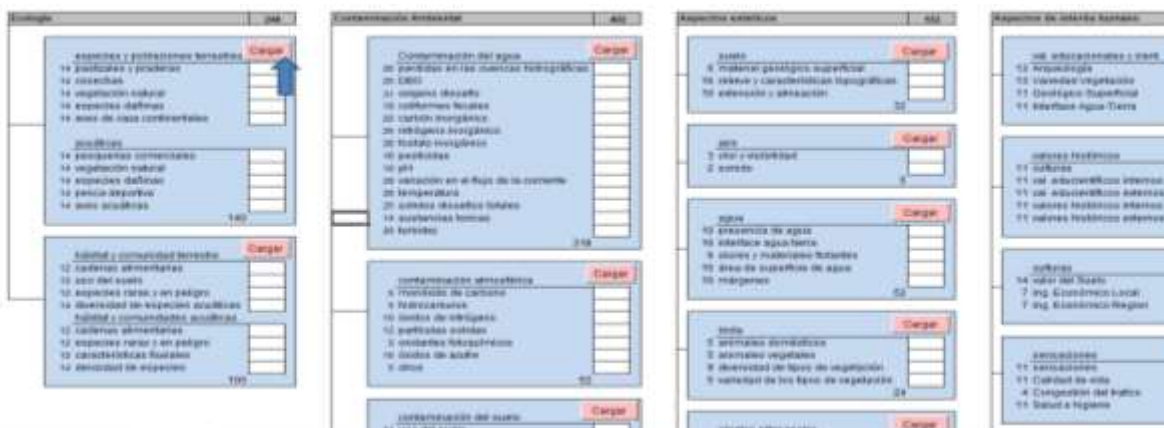
Tabla 159. Presentación del formulario.

Ecología	Contaminación Ambiental	Aspectos estéticos	Aspectos de interés humano
249	492	152	295
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>especies y poblaciones terrestre</p> <p>14 pastizales y praderas</p> <p>14 cosechas</p> <p>14 vegetación natural</p> <p>14 especies dañinas</p> <p>14 aves de caza continentales</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>acuáticos</p> <p>14 pesquerías comerciales</p> <p>14 vegetación natural</p> <p>14 especies dañinas</p> <p>14 pesca deportiva</p> <p>14 aves acuáticas</p> <p style="text-align: right;">140</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>hábitat y comunidad terrestre</p> <p>12 cadenas alimentarias</p> <p>12 uso del suelo</p> <p>12 especies raras y en peligro</p> <p>14 diversidad de especies acuáticas</p> <p>hábitat y comunidades acuáticas</p> <p>12 cadenas alimentarias</p> <p>12 especies raras y en peligro</p> <p>12 características fluviales</p> <p>12 densidad de especies</p> <p style="text-align: right;">100</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>Contaminación del agua</p> <p>21 pérdidas en las cuencas hidrográficas</p> <p>25 DBO</p> <p>3 oxígeno disuelto</p> <p>11 coliformes locales</p> <p>22 carbón inorgánico</p> <p>25 nitrógeno inorgánico</p> <p>21 fosfato inorgánico</p> <p>16 pesticidas</p> <p>11 pH</p> <p>21 variación en el flujo de la corriente</p> <p>21 temperatura</p> <p>25 sólidos disueltos totales</p> <p>14 sustancias tóxicas</p> <p>21 turbidez</p> <p style="text-align: right;">316</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>contaminación atmosférica</p> <p>5 monóxido de carbono</p> <p>5 hidrocarburos</p> <p>11 óxidos de nitrógeno</p> <p>12 partículas sólidas</p> <p>5 oxidantes fotoquímicos</p> <p>11 óxidos de azufre</p> <p>5 ozono</p> <p style="text-align: right;">52</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>contaminación del suelo</p> <p>14 uso del suelo</p> <p>14 erosión</p> <p style="text-align: right;">26</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>contaminación por ruido</p> <p>4 ruido</p> <p style="text-align: right;">4</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>suelo</p> <p>6 material geológico superficial</p> <p>16 relieve y características topográficas</p> <p>10 extensión y alineación</p> <p style="text-align: right;">32</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>aire</p> <p>3 olor y visibilidad</p> <p>2 sonido</p> <p style="text-align: right;">5</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>agua</p> <p>10 presencia de agua</p> <p>16 interface agua tierra</p> <p>6 olores y materiales flotantes</p> <p>10 área de superficie de agua</p> <p>10 márgenes</p> <p style="text-align: right;">52</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>biota</p> <p>5 animales domésticos</p> <p>5 animales vegetales</p> <p>3 diversidad de tipos de vegetación</p> <p>5 variedad de los tipos de vegetación</p> <p style="text-align: right;">24</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>objetos artesanales</p> <p>10 objetos artesanales</p> <p style="text-align: right;">10</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>composición</p> <p>15 efectos de composición</p> <p>15 elementos singulares</p> <p style="text-align: right;">30</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>val. educacionales y cient.</p> <p>13 Arqueología</p> <p>13 Variedad Vegetación</p> <p>11 Geológico Superficial</p> <p>11 Interface Agua-Tierra</p> <p style="text-align: right;">46</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>valores históricos</p> <p>11 culturas</p> <p>11 val. educacionales internos</p> <p>11 val. educacionales externos</p> <p>11 valores históricos internos</p> <p>11 valores históricos externos</p> <p style="text-align: right;">55</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>culturas</p> <p>14 valor del Suelo</p> <p>7 Ing. Económico Local</p> <p>7 Ing. Económico Region</p> <p style="text-align: right;">26</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>sensaciones</p> <p>11 sensaciones</p> <p>11 Calidad de vida</p> <p>4 Congestión del tráfico</p> <p>11 Salud e higiene</p> <p style="text-align: right;">37</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right; color: red; font-weight: bold;">Cargar</p> <p>est. de vida (pat. culturales)</p> <p>13 nivel de empleo</p> <p>13 expropiación</p> <p>11 aceptación del proyecto</p> <p style="text-align: right;">37</p> </div>

Fuente: elaboración propia.

El usuario debe pulsar sobre cualquiera de los 17 botones cargar para que se abra el libro que contiene el formulario y pueda digitar los datos que conozca en las casillas habilitadas para tal fin.

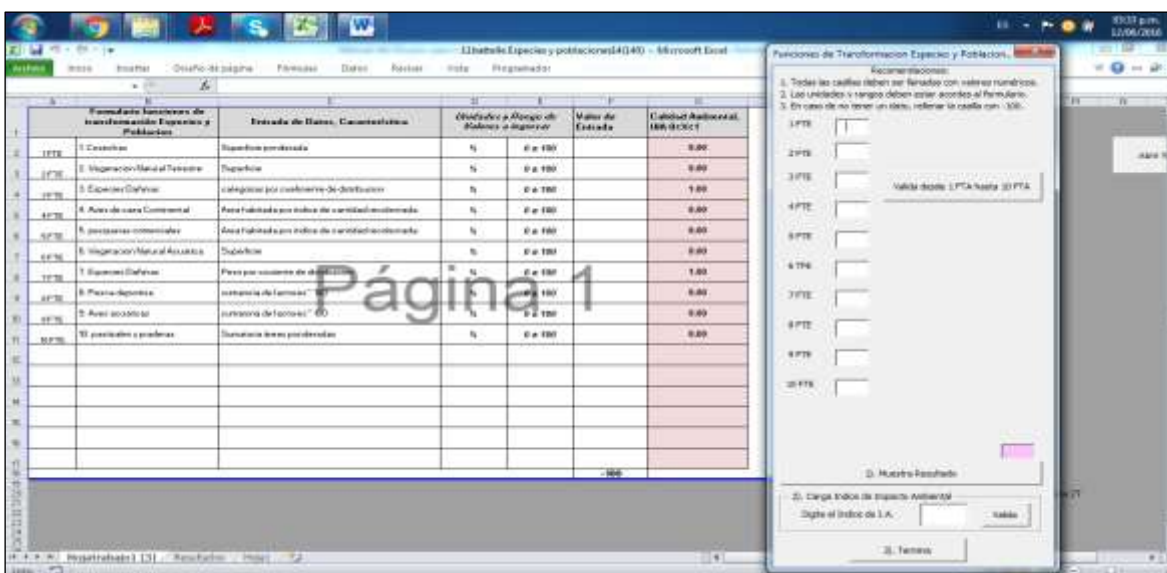
Tabla 160. Elegir botón para cargar datos.



Fuente: elaboración propia.

Al pulsar se abre el formulario de Battelle, Especies y poblaciones, que da un puntaje total de 140.

Tabla 161. Formulario especies y poblaciones.



Fuente: elaboración propia.

Aparece un formulario en Excel con las funciones de transformación correspondientes a cada elemento del evento ecologico especies y poblaciones.

Es importante revisar la columna entrada de datos y rangos a ingresar para verificar que las unidades y los valores sean consistentes entre lo formulado y lo digitado.

Los datos se deben ingresar en el siguiente formato (tabla 166).

Tabla 162. Formulario habilitado para cargar datos.

Funciones de Transformacion Especies y Poblacion...

Recomendaciones:
1. Todas las casillas deben ser llenadas con valores numéricos.
2. Las unidades y rangos deben estar acordes al formulario.
3. En caso de no tener un dato, rellenar la casilla con -100.

1 FTE

2 FTE

3 FTE Valida desde 1 FTA hasta 10 FTA

4 FTE

5 FTE

6 TFE

7 FTE

8 FTE

9 FTE

10 FTE

1). Muestra Resultado

2). Carga Indice de Impacto Ambiental

Digite el Indice de I.A.

3). Termina

Fuente: elaboración propia.

El formulario se debe diligenciar revisando que la actividad corresponda con el valor ingresado. Por ejemplo, a la actividad cosecha le corresponde la sigla 1FTE, que en el formulario corresponde a la primera casilla.

No se puede validar el formulario sin datos.

Tabla 163. Aviso no permite continuar.

Formulario Transformación Especies y Poblaciones

Formulario Transformación Especies y Poblaciones	Entrada de Datos, Características	Abundancia y Plageo al Muestreo a registrar	Valor de Entrada	Caudal Ambiental, USA D-11
1. Especies	Superficie ponderada	%	0 a 100	0.00
2. Vegetación Natural Terrestre	Superficie	%	0 a 100	0.00
3. Especies Acuáticas	Integridad por coeficiente de distribución	%	0 a 100	0.00
4. Área de zona Costanera	Área habilitada por índice de cantidad ecológica	%	0 a 100	0.00
5. Ambiente costanero	Área habilitada por índice de cantidad ecológica	%	0 a 100	0.00
6. Vegetación Natural Acuática	Superficie	%	0 a 100	0.00
7. Especies Acuáticas	Peso por centímetro de profundidad	%	0 a 100	0.00
8. Pesca deportiva	Sumatoria de factores "1"	%	0 a 100	0.00
9. Área Acuática	Sumatoria de factores "1"	%	0 a 100	0.00
10. Parámetros de calidad	Sumatoria áreas ponderadas	%	0 a 100	0.00

Funciones de Transformación Especies y Poblaciones

Recomendaciones:

1. Todas las casillas deben ser llenadas con valores numéricos.
2. Las casillas en rojo deben estar siempre al Final de la fila.
3. En caso de no tener un dato, rellenar la casilla con -100.

1 PTE:

2 PTE:

3 PTE:

4 PTE:

5 PTE:

6 PTE:

7 PTE:

8 PTE:

9 PTE:

10 PTE:

11 PTE:

12. Muestra Resultado

13. Carga Índice de Impacto Ambiental

Digite el Índice de I.A.

14. Termina

Fuente: elaboración propia.

Se requiere llenar todo el formulario con datos, si se desconoce alguno se le asigna el valor de cero. La casilla rosada se debe diligenciar siempre con -100.

Tabla 164. Aviso no permite continuar hasta no llenar con -100.

Formulario Transformación Especies y Poblaciones

Formulario Transformación Especies y Poblaciones	Entrada de Datos, Características	Abundancia y Plageo al Muestreo a registrar	Valor de Entrada	Caudal Ambiental, USA D-11
1. Especies	Superficie ponderada	%	0 a 100	3
2. Vegetación Natural Terrestre	Superficie	%	0 a 100	34
3. Especies Acuáticas	Integridad por coeficiente de distribución	%	0 a 100	3
4. Área de zona Costanera	Área habilitada por índice de cantidad ecológica	%	0 a 100	3
5. Ambiente costanero	Área habilitada por índice de cantidad ecológica	%	0 a 100	100
6. Vegetación Natural Acuática	Superficie	%	0 a 100	3
7. Especies Acuáticas	Peso por centímetro de profundidad	%	0 a 100	3
8. Pesca deportiva	Sumatoria de factores "1"	%	0 a 100	3
9. Área Acuática	Sumatoria de factores "1"	%	0 a 100	3
10. Parámetros de calidad	Sumatoria áreas ponderadas	%	0 a 100	3

Funciones de Transformación Especies y Poblaciones

Recomendaciones:

1. Todas las casillas deben ser llenadas con valores numéricos.
2. Las casillas en rojo deben estar siempre al Final de la fila.
3. En caso de no tener un dato, rellenar la casilla con -100.

1 PTE:

2 PTE:

3 PTE:

4 PTE:

5 PTE:

6 PTE:

7 PTE:

8 PTE:

9 PTE:

10 PTE:

11 PTE:

12. Muestra Resultado

13. Carga Índice de Impacto Ambiental

Digite el Índice de I.A.

14. Termina

Fuente: elaboración propia.

Tabla 165. Valida resultados con el botón valida de 1 FTA hasta 10 FTA.

Formación Vegetal de Transformación Especies y Poblaciones	Código de Datos, Característica	Medidas y Rangos de Valores a ingresar	Valor de Entrada	Cantidad Mediana, UA (N/100)
1271	1. Cobertura	Superficie ponderada	%	0.03
1272	2. Vegetación Natural Terrestre	Superficie	%	0.34
1273	3. Especies Dálmata	Contarlas por posición de distribución	%	1.08
1274	4. Área de cada Componente	Área estratificada por índice de cambio de colorada	%	0.68
1275	5. porcentaje compositivo	Área estratificada por índice de cambio de colorada	%	1.08
1276	6. Vegetación Riparia Acuática	Superficie	%	0.68
1277	7. Especies Dálmata	Porcentaje compositivo de distribución	%	1.08
1278	8. Páramo deparamo	Justicia de factores	%	0.88
1279	9. Área acuática	Justicia de factores	%	0.67
12710	10. pantanos y arroyos	Sumatoria área ponderada	%	0.44

Fuente: elaboración propia.

Luego se pulsa el botón número 1, que muestra los resultados.

Tabla 166. Resultados.

	Formulario funciones de transformación de Aguas	Unidades y Rango de Valores a Ingresar	Calidad Ambiental, Unidades de Calidad Ambiental (UA 0-100)
1			
2	1 FTE 1. Cosechas	%	0.00
3	2 FTE 2. Vegetación Natural Terrestre	%	0.34
4	3 FTE 3. Especies Acuáticas	%	1
5	4 FTE 4. Aves de caza Continental	%	0
6	5 FTE 5. pesqueros comerciales	%	0
7	6 FTE 6. Vegetación Natural Acuática	%	0
8	7 FTE 7. Especies Acuáticas	%	1
9	8 FTE 8. Pesca deportiva	%	0.55
10	9 FTE 9. Aves acuáticas	%	0.67
11	10 FTE 10. pastizales y praderas	%	0.4359
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18		Índice de Calidad Ambiental	0.50

Fuente: elaboración propia.

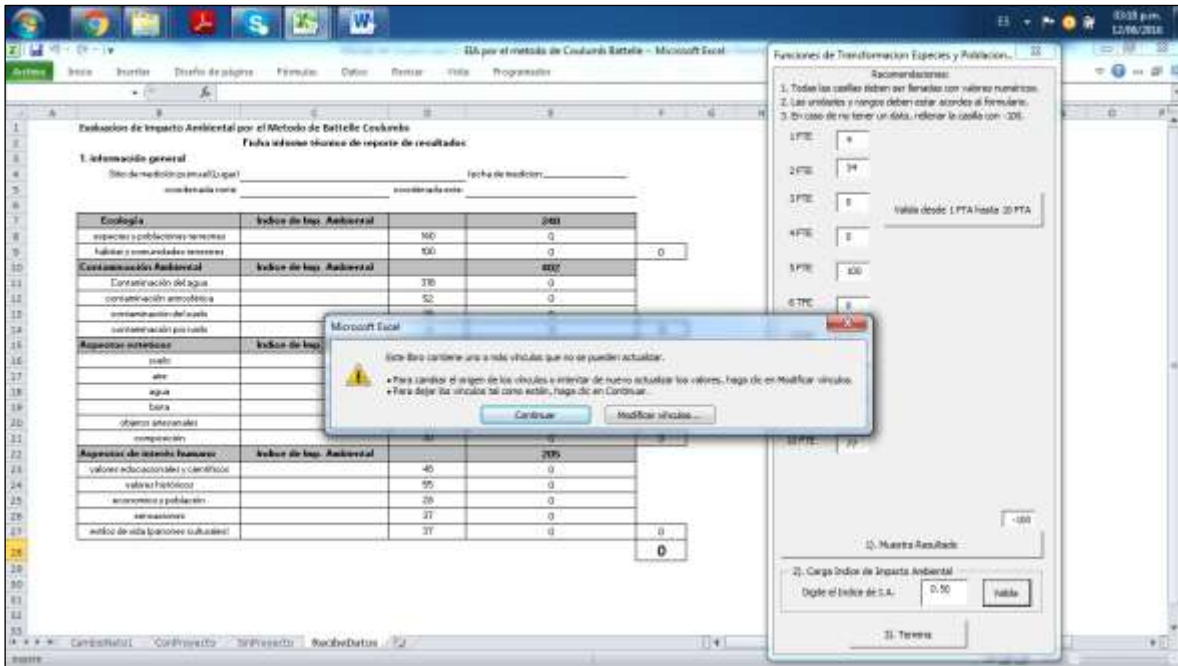
Posteriormente se oprime el botón número 2 con el valor de 0,50, que es el que se acaba de obtener, y se da clic en validar.

Tabla 167. Forma de cargar el Formulario Evaluación del Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.

Evaluación de Impacto Ambiental por el Método de Battelle-Columbus			
Fecha Informe técnica de reporte de resultados			
1. Información general			
Sitio de medición (Lugar)		Fecha de medición:	
Coordenada norte:		Coordenada este:	
Ecología	Índice de Imp. Ambiental	240	
especies y poblaciones terrestres	50	0	
hábitat y comunidades terrestres	80	0	0
Contaminación Ambiental	Índice de Imp. Ambiental	402	
Contaminación del agua	30	0	
contaminación atmosférica			
contaminación del suelo			
contaminación por ruido			
Responsores ambientales			
cielo			
aire			
agua			
tierra			
algunos organismos			
comparación			
Responsores de Impacto Físico	Índice de Imp. Ambiental	0	
valores ambientales y estándares	45	0	
valores históricos	25	0	
económicos o población	20	0	
emisiones	37	0	
estilos de vida (población subyacente)	37	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 168. Dar clic en continuar.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 169. Al dar clic se regresa al formulario anterior.

	Formulario funciones de transformación de Aguas	Unidades y Rango de Valores a ingresar	Calidad Ambiental, Unidades de Calidad Ambiental (UIA 0<X<1)
1 FTE	1. Cosechas	%	0.03
2 FTE	2. Vegetación Natural Terrestre	%	0.34
3 FTE	3. Especies Dañinas	%	1
4 FTE	4. Aves de caza Continental	%	0
5 FTE	5. pesqueras comerciales	%	1
6 FTE	6. Vegetación Natural Acuática	%	0
7 FTE	7. Especies Dañinas	%	1
8 FTE	8. Pesca deportiva	%	0.55
9 FTE	9. Aves acuáticas	%	0.67
10 FTE	10. pastizales y praderas	%	0.4359
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
		Indice de Calidad Ambiental	0.50

Fuente: elaboración propia.

Se puede verificar que el formulario haya quedado cargado.

Tabla 170. Muestra la carga del Índice de Impacto Ambiental con el valor de 0,50.

Evaluación de Impacto Ambiental por el Metodo de Battelle Coulombs
Ficha informe técnico de reporte de resultados

1. información general
 Sitio de medición puntual (Lugar): _____ fecha de medición: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____

Ecología	Indice de Imp. Ambiental			
especies y poblaciones terrestres	0,5	140	70	
hábitat y comunidades terrestres		100	0	70
Contaminación Ambiental	Indice de Imp. Ambiental		402	
Contaminación del agua		318	0	
contaminación atmosférica				
contaminación del suelo				
contaminación por ruido				
Aspectos estéticos				
suelo				
aire				
agua				
biota				
objetos artesanales				
composición				
Aspectos de interés humano	indice de imp. ambiental			
valores educacionales y científicos		40	0	
valores históricos		55	0	
economico y población		26	0	
sensaciones		37	0	
estilos de vida (patrones culturales)		37	0	0
				70

Microsoft Excel

Este libro contiene vínculos a otros orígenes de datos.

- Si actualiza los vínculos, Excel intentará recuperar los últimos datos.
- Si no los actualiza, Excel utilizará la información anterior.

Tenga en cuenta que los vínculos de datos pueden utilizarse para obtener acceso a información de otros archivos de origen de datos. No actualice los vínculos si no confía en el origen de este libro.

Actualizar No actualizar Ay

Fuente: elaboración propia.

El botón “termina” regresa a la pantalla anterior, guarda y envía a la página original. Como ejemplo, se puede suponer que se conocen los valores de contaminación atmosférica, se pulsa cargar y se repite el procedimiento.

Tabla 171. Se selecciona contaminación ambiental.

The screenshot shows a software interface with four main panels. The 'Contaminación Ambiental' panel is selected and contains the following items:

- Contaminación del agua:** 20 pérdidas en las cuencas hidrográficas, 25 DBO, 31 oxígeno disuelto, 19 coliformes fecales, 22 carbon orgánico, 25 nitrógeno orgánico, 20 fosforo inorgánico, 15 pesticidas, 10 pH, 20 variación en el flujo de la corriente, 20 temperatura, 25 sólidos disueltos totales, 14 sustancias tóxicas, 20 turbidez. Total: 318.
- Contaminación atmosférica:** 5 monóxido de carbono, 5 hidrocarburos, 10 óxidos de nitrógeno, 12 partículas sólidas, 5 oxidos fotoquímicos, 10 óxidos de azufre, 5 otros. Total: 52.

Other panels include 'Ecología' (246), 'Aspectos estéticos' (153), and 'Aspectos de uso'.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 172. Digitación y validación del valor dado.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a dialog box titled 'Funciones de Transformación de Atmósfera'. The spreadsheet has columns for 'Funciones de Transformación de Atmósfera', 'Entrada de Datos, Concentración', 'Alfabeto y Carga de Materiales', 'Valor de Entrada', and 'Calidad Ambiental, USA (CQA)'. The dialog box contains instructions and input fields for data validation.

Funciones de Transformación de Atmósfera	Entrada de Datos, Concentración	Alfabeto y Carga de Materiales	Valor de Entrada	Calidad Ambiental, USA (CQA)
1. Monóxido de carbono 1	Concentración de monóxido de carbono	ppm	0 a 45	0,00
2. Monóxido de carbono 2	Concentración de monóxido de carbono	ppm	0 a 80	0,00
3. Hidrocarburos 1	Concentración de hidrocarburos	ppm	0 a 80	0,00
4. Hidrocarburos 2	Realización de pruebas para el número de personas afectadas, 0-300 personas	ppm	0 a 200	0,00
5. Partículas sólidas	Concentración de partículas sólidas en 24 horas	mg/m ³	0 a 400	0,70
6. Oxidantes fotoquímicos	Concentración de oxidantes fotoquímicos	ppm	0 a 0,20	0,00
7. Óxido de nitrógeno 1	Concentración de óxido de nitrógeno	ppm	0 a 0,20	0,00
8. Óxido de nitrógeno 2	Realización de pruebas para el número de personas afectadas, 0-300 personas	ppm	0 a 0,20	0,00
9. Óxido de azufre	Concentración de óxido de azufre	ppm	0 a 0,10	0,00
10. Calidad del aire	Índice CQA	Calidad Ambiental	0 a 100	0,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla 173. Se deben completar todos los espacios en blanco.

Formulario base para el monitoreo de Atmósfera	Entrada de Datos, Características	Rango de Valores a Registrar	Valor de Entrada	Cantidad Ambiental, (µg/m³)
1 Monóxido de carbono 1	Concentración media diaria	0 a 45	33	0.21
2 Monóxido de carbono 2	Concentración media diaria, nivel de alerta por día de por el tiempo de personas afectado 0-300	0 a 40	3	0.00
3 Hidrocarburos 1	Concentración media en 3 horas	0 a 40	3	0.00
4 Hidrocarburos 2	Nivel de alerta ponderado por el número de personas afectado, 0-300 veces	0 a 200	150	0.00
5 Partículas sólidas	Concentración media en 24 horas	0 a 400	3	0.01
6 Dióxido de azufre	Concentración media en 3 horas	0 a 200	0.75	0.07
7 Óxido de nitrógeno 1	Concentración media anual	0 a 100	0	0.01
8 Óxido de nitrógeno 2	Nivel de alerta ponderado por el número de personas afectado, 0-300 veces			0.10
9 Óxido de azufre	Concentración media en 24 horas			0.02
10 Calidad del aire	Índice Ozoneo			0.10

Fuente: elaboración propia.

Tabla 174. Necesidad de digitar el valor de -100.

Formulario base para el monitoreo de Atmósfera	Entrada de Datos, Características	Rango de Valores a Registrar	Valor de Entrada	Cantidad Ambiental, (µg/m³)
1 Monóxido de carbono 1	Concentración media diaria	0 a 45	33	0.21
2 Monóxido de carbono 2	Concentración media diaria, nivel de alerta por día de por el tiempo de personas afectado 0-300	0 a 40	3	0.00
3 Hidrocarburos 1	Concentración media en 3 horas	0 a 40	3	0.00
4 Hidrocarburos 2	Nivel de alerta ponderado por el número de personas afectado, 0-300 veces	0 a 200	150	0.00
5 Partículas sólidas	Concentración media en 24 horas	0 a 400	3	0.01
6 Dióxido de azufre	Concentración media en 3 horas	0 a 200	0.75	0.07
7 Óxido de nitrógeno 1	Concentración media anual	0 a 100	0	0.01
8 Óxido de nitrógeno 2	Nivel de alerta ponderado por el número de personas afectado, 0-300 veces			0.10
9 Óxido de azufre	Concentración media en 24 horas			0.02
10 Calidad del aire	Índice Ozoneo		-100	0.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 175. Validar datos.

A	B	C	D	E	F	G
Formulario funciones de transformación de Atmósfera		Entrada de Datos, Calentamiento	Unidades y Rango de Valores a Ingresar	Valor de Entrada	Calidad Ambiental, UIA 0<X<1	
1	1 Monóxido de carbono 1	Concentración media 8hrs	p.p.m.	0 a 45	0	0.21
2	2 Monóxido de carbono 2	Concentración media diaria, resulto de estado ponderado por hora/mes de personas afectadas (H=300)	p.p.m.	0 a 40	0	0.00
3	3 Hidrocarburos 1	Concentración media en 3 horas	p.p.m.	0 a 40	0	0.00
4	4 Hidrocarburos 2	Base de estado ponderado por el número de personas afectadas, H=300/mes	p.p.m.	0 a 200	0	0.00
5	5 Partículas sólidas	Concentración media en 24 horas	mg/m ³	0 a 400	0	0.01
6	6 Oxidantes fotoquímicos	Concentración media en 1 hora	p.p.m.	0 a 0.20	0.75	0.07
7	7 Óxido de nitrógeno 1	Concentración media anual	p.p.m.	0 a 0.20	0	0.01
8	8 Óxido de nitrógeno 2	Base de estado ponderado por el número de personas afectadas, H=300/mes	p.p.m.	0 a 0.20	200	0.10
9	9 Óxido de azufre	Concentración media en 24 horas	p.p.m.	0 a 0.1	0	0.00
10	10 Calidad del aire	Índice Clima	Dimensional	0 a 100	0	0.00

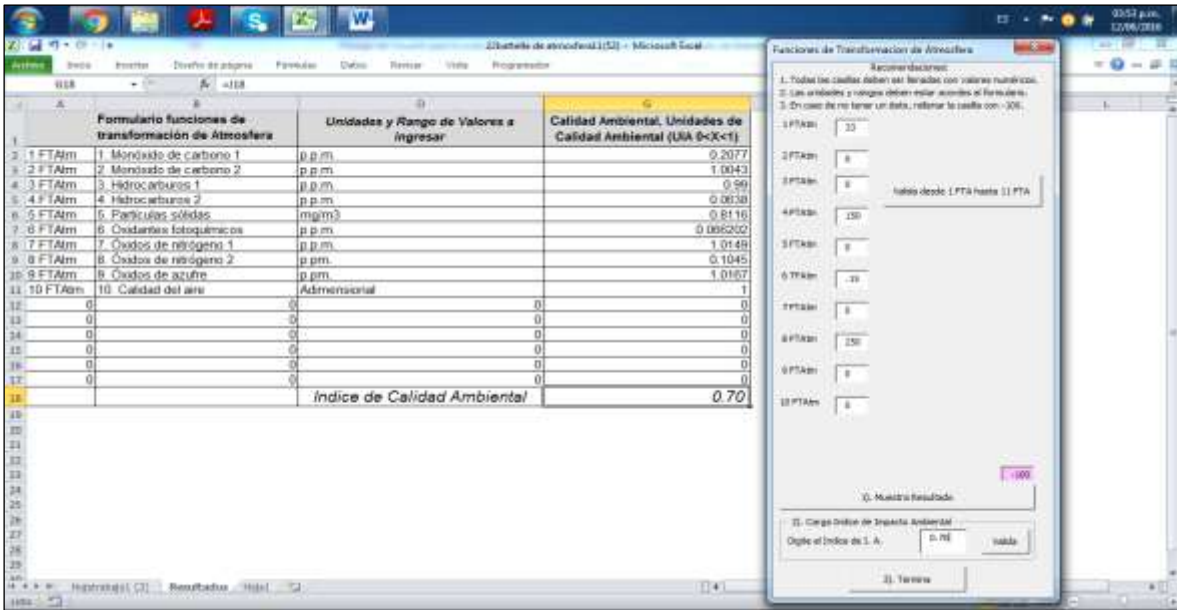
Fuente: elaboración propia.

Tabla 176. Muestra de resultados.

A	B	C	D	E	F	G
Formulario funciones de transformación de Atmósfera		Unidades y Rango de Valores a Ingresar				Calidad Ambiental, Unidades de Calidad Ambiental (UIA 0<X<1)
1	1 Monóxido de carbono 1	p.p.m.				0.2077
2	2 Monóxido de carbono 2	p.p.m.				1.0043
3	3 Hidrocarburos 1	p.p.m.				0.99
4	4 Hidrocarburos 2	p.p.m.				0.0638
5	5 Partículas sólidas	mg/m ³				0.0116
6	6 Oxidantes fotoquímicos	p.p.m.				0.009202
7	7 Óxido de nitrógeno 1	p.p.m.				1.0149
8	8 Óxido de nitrógeno 2	p.p.m.				0.1045
9	9 Óxido de azufre	p.p.m.				1.0187
10	10 Calidad del aire	Adimensional				1
11						0
12						0
13						0
14						0
15						0
16						0
17						0
18						0.70
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

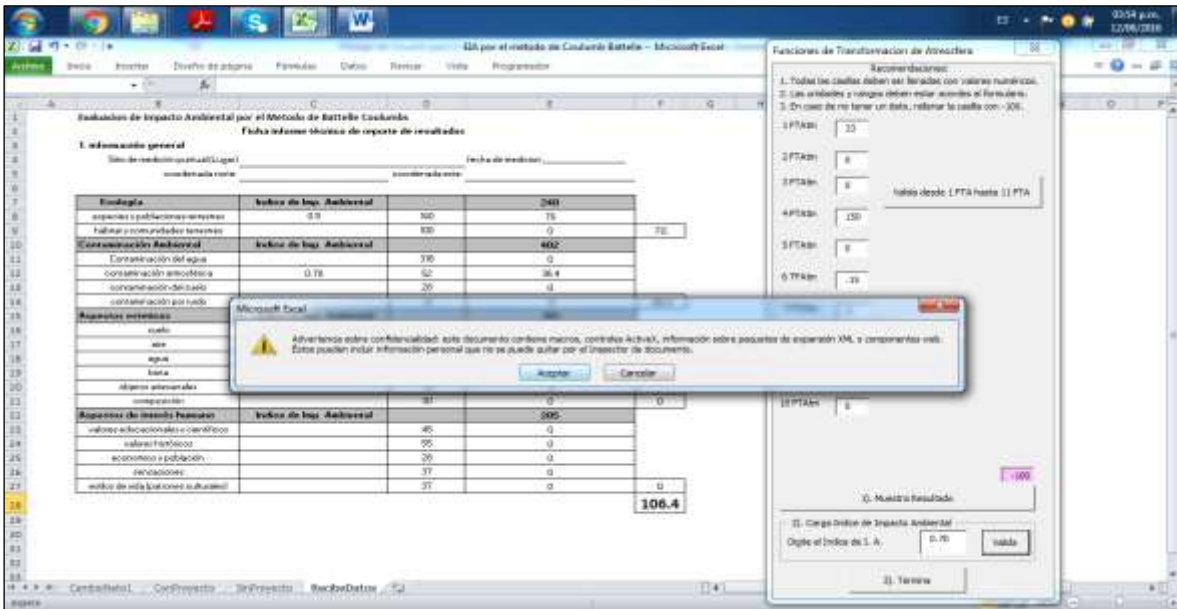
Fuente: elaboración propia.

Tabla 177. Forma de cargar el formulario Evaluación del Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 178. Carga datos al formulario de Evaluación de Impacto Ambiental por el método Battelle-Columbus.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 179. Formulario cargado con éxito.

	A	B	C	D	E
	Formulario funciones de transformación de Atmosfera		Unidades y Rango de Valores a ingresar	Calidad Ambiental, Unidades de Calidad Ambiental (UA 0<X<1)	
1					
2	1	FTAtm	1. Monóxido de carbono 1	p.p.m	0.2077
3	2	FTAtm	2. Monóxido de carbono 2	p.p.m	1.0043
4	3	FTAtm	3. Hidrocarburos 1	p.p.m	0.36
5	4	FTAtm	4. Hidrocarburos 2	p.p.m	0.0638
6	5	FTAtm	5. Partículas sólidas	mg/m3	0.8116
7	6	FTAtm	6. Oxidantes fotoquímicos	p.p.m	0.065202
8	7	FTAtm	7. Óxidos de nitrógeno 1	p.p.m	1.0149
9	8	FTAtm	8. Óxidos de nitrógeno 2	p.p.m	0.1045
10	9	FTAtm	9. Óxidos de azufre	p.p.m	1.0167
11	10	FTAtm	10. Calidad del aire	Adimensional	1
12	0				0
13	0				0
14	0				0
15	0				0
16	0				0
17	0				0
18			Índice de Calidad Ambient		0.70

Fuente: elaboración propia.

De esta forma la macro permite concluir que entre los dos aspectos evaluados ya se tiene un total de 106 puntos ambientales.

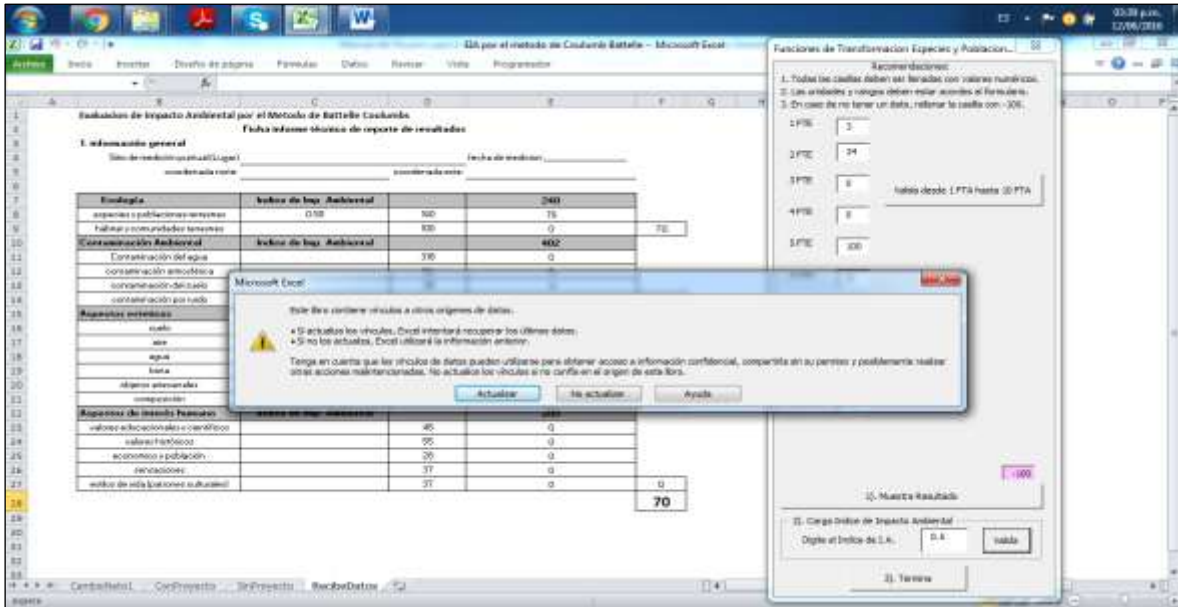
Tabla 180. Aceptar y terminar 1.

	A	B	C	D	E
	Formulario funciones de transformación de Aguas		Unidades y Rango de Valores a ingresar	Calidad Ambiental, Unidades de Calidad Ambiental (UA 0<X<1)	
1					
2	1	FTE	1. Cosechas	%	0.04
3	2	FTE	2. Vegetación Natural Terrestre	%	0.34
4	3	FTE	3. Especies Acuáticas	%	1
5	4	FTE	4. Aves de caza Continental	%	0
6	5	FTE	5. pesquerías comerciales	%	1
7	6	FTE	6. Vegetación Natural Acuática	%	0
8	7	FTE	7. Especies Acuáticas	%	1
9	8	FTE	8. Pesca deportiva	%	0.55
10	9	FTE	9. Aves acuáticas	%	0.67
11	10	FTE	10. pastizales y praderas	%	0.4359
12	0				0
13	0				0
14	0				0
15	0				0
16	0				0
17	0				0
18			Índice de Calidad Ambient		0.50

Fuente: elaboración propia.

Se puede verificar que el dato quede cargado en el formulario.

Tabla 181. Aceptar y terminar2.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 182. Formulario resultado de la evaluación.

Evaluación de Impacto Ambiental por el Método de Battelle Coulumb
Ficha informe técnico de reporte de resultados

1. información general

Sitio de medición puntual (Lugar) _____ fecha de medición: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____

Ecología	Índice de Imp. Ambiental		240
especies y poblaciones terrestres	140		0
hábitat y comunidades terrestres	100		0
Contaminación Ambiental	Índice de Imp. Ambiental		402
Contaminación del agua	318		0
contaminación atmosférica	52		0
contaminación del suelo	28		0
contaminación por ruido	4		0
Aspectos estéticos	Índice de Imp. Ambiental		153
suelo	32		0
aire	5		0
agua	52		0
biota	24		0
objetos artesanales	10		0
composición	30		0
Aspectos de interés humano	Índice de Imp. Ambiental		205
valores educacionales y científicos	48		0
valores históricos	55		0
economico y población	28		0
sensaciones	37		0
estilos de vida (patrones culturales)	37		0
			0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 183. Formulario resultado de la evaluación después de cargar los datos.

Evaluación de Impacto Ambiental por el Método de Battelle Columbus

Ficha informe técnico de reporte de resultados

1. información general

Sitio de medición puntual (Lugar) _____ fecha de medición: _____
 coordenada norte: _____ coordenada este: _____

Ecología	Índice de Imp. Ambiental		240	
especies y poblaciones terrestres	0.5	140	70	
hábitat y comunidades terrestres		100	0	70
Contaminación Ambiental	Índice de Imp. Ambiental		402	
Contaminación del agua		318	0	
contaminación atmosférica	0.70	52	36.4	
contaminación del suelo		28	0	
contaminación por ruido		4	0	36.4
Aspectos estéticos	Índice de Imp. Ambiental		153	
suelo		32	0	
aire		5	0	
agua		52	0	
biota		24	0	
objetos artesanales		10	0	
composición		30	0	0
Aspectos de interés humano	Índice de Imp. Ambiental		205	
valores educacionales y científicos		48	0	
valores históricos		55	0	
económico y población		28	0	
sensaciones		37	0	
estilos de vida (patrones culturales)		37	0	0
				106.4

Fuente: elaboración propia.

De esta forma se usa el programa para la Evaluación de Impacto Ambiental por el método de Battelle-Columbus para cualquier actividad petrolera.

Anexo XII.

Manual de usuario con recomendaciones al Plan de Manejo Ambiental (PMA), abandono y desmantelamiento en actividades petroleras

Al abrir el libro actividades PMA aparece un formulario en Excel con tres pestañas que permiten realizar un Plan de Manejo Ambiental y su evaluación a partir de dos indicadores.

Tabla 184. Presentación del formulario.

1. Plan de Manejo Ambiental (PMA)- Tipo de Afectacion.						
Localizacion		Responsable				
Plan de Manejo Ambiental (PMA)						
	Medio Afectado (Abiótico, Biótico, Antrópico)		Actividad (Exploración, perforación, desarrollo)			
Objetivo del Proyecto:						
Metas a cumplir						
inspección 100%		Quejas y reclamos 0%				
Impacto Ambiental						
Actividades del Proyecto			Impacto / Afectación Recursos			
Descripcion		Aire	Agua	Suelo	Biota	Social económico y/o cultural
manejo de Basuras						
Tipo de Impacto						
Directo		Indirecto		Acumulativo		
Tipo de Medida						
Prevención		corrección		compensación		
					Siguiente	

Fuente: elaboración propia.

Estos formatos los debe diligenciar el usuario en las celdas habilitadas para este fin.

Tabla 185. Formulario siguiente.

2. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Estrategias				
Localización:	0	Responsable:	0	
Actividades a desarrollar: Haga una descripción de las actividades a desarrollar, de las tecnologías a emplear, de los materiales a utilizar, en la actividad petrolera que se este evaluando.				
Estrategias				
Describir las técnicas de seguimiento a las actividades propuestas en el PMA.				
3. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Registros y/o Indicadores de seguimiento y monitoreo.				
Registro de Bitácora		Registro fotográfico		
1. actividades del proyecto. Descripción 2. Indicador de cumplimiento: % de cumplimiento = 100 3. Indicador de efectividad: % solución a reclamaciones o investigaciones = 100				
1	1. Actividades del proyecto		Descripción	
2	Resultado Alcanzado	Resultado Esperado	2. Indicador de Cumplimiento	
3	Quejas cualquier entidad	Soluciones	3. Indicador de Efectividad	
		Carga Datos		
		Validar		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 186. Formulario resumen.

4. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Resultados.				
Localización:	0	Responsable:	0	
Medio Afectado (Abiótico, Biótico, Antrópico):	0	Actividad: (1. Exploración, 2. Perforación, 3. Producción.):	0	
Objetivo del Proyecto: 0				
Actividades del Proyecto		Indicadores de		Indicador de Éxito
No.	Descripción	Cumplimiento	Efectividad	
1				0
2				0
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
11				0
12				0
13				0
14				0
15				0
16				0
17				0
18				0
19				0
20				0

Fuente: elaboración propia.

Luego se completan las celdas de color blanco en los formularios.

Tabla 187. Diligenciar primer formulario.

1. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Tipo de Afertación.						
Localización:	Diagonal 70C 680-31			Responsable:	W. Wilson	
Plan de Manejo Ambiental (PMA)						
	Medio Afectado (Abiótico, Biótico, Antrópico)	Abiótico	Actividad (Exploración, perforación, desarrollo)	Exploración		
Objetivo del Proyecto:	Manejo de basuras					
Metas a cumplir						
Inspección 100%	100	Quejas y reclamos 0%	0			
Impacto Ambiental						
Actividades del Proyecto			Impacto / Afectación Recursos			
Descripción	Aire	Agua	Suelo	Biota	Social económico y/o cultural	
manejo de basuras	x	x	x			
Tipo de Impacto						
Directa	Indirecta		Acumulativa			
x						
Tipo de Medida						
Prevención	corrección		compensación			
x						

Siguiente

Fuente: elaboración propia.

Se da clic en “siguiente” para pasar al segundo formulario.

Tabla 188. Completar las celdas activas del segundo formulario.

2. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Estrategias.						
Localización:	Diagonal 70C 680-31			Responsable:	W. Wilson	
Actividades a desarrollar: Haga una descripción de las actividades a desarrollar, de las tecnologías a emplear, de los materiales a utilizar, en la actividad petrolera que se este evaluando.						
zghfkihgjklhgfijklhgfkihg Estrategias						
Describir las técnicas de seguimiento a las actividades propuestas en el PMA.						
uytvryuiouyhgkijhgfijhgfj						
3. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Registros y/o Instrumentos de seguimiento y monitores.						
Registro de Bitácora			Registro fotográfico			
ouytruiouyhgkijhgfijhgfj						
1. actividades del proyecto, Descripción 2. indicador de cumplimiento: % de cumplimiento = 100 3. indicador de efectividad: % solución a reclamaciones o investigaciones = 100						
1	Resultado Alcanzado	70	Resultado Esperado	100	1. Actividades del proyecto	Descripción
2	Quejas cualquier entidad	10	Soluciones	8	2. indicador de Cumplimiento	
3					3. indicador de Efectividad	
Carga Datos			Validar			

Fuente: elaboración propia.

Se da clic en el botón “cargar datos” para realizar los cálculos correspondientes y cargarlos en las celdas rosadas.

Tabla 189. Validar datos.

2. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Estrategias					
Localización:	Diagonal 70C 68D-31			Responsable:	W. Wilson
Actividades a desarrollar: Haga una descripción de las actividades a desarrollar, de las tecnologías a emplear, de los materiales a utilizar, en la actividad petrolera que se este evaluando.					
Estrategias Describir las técnicas de seguimiento a las actividades propuestas en el PMA.					
3. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Registro, C/u. Indicadores de seguimiento y monitoreo.					
Registro de Bitácora			Registro fotográfico		
1. actividades del proyecto, Descripción 2. indicador de cumplimiento: % de cumplimiento = 100 3. indicador de efectividad: % solución a reclamaciones o investigaciones = 100					
Resultado Alcanzado	70	Resultado Esperado	100	3. indicador de Cumplimiento	70.00%
Cuotas cualquier entidad	10	Soluciones	0	3. indicador de Efectividad	90.00%
		Carga Datos		Validar	

Fuente: elaboración propia.

Se oprime el botón “validar” para enviar los datos al formulario resumen y clic en el botón “resumen resultado” para ver el formulario resumen de resultados.

Tabla 190. Formulario cargado.

4. Plan de Manejo Ambiental (PMA) - Resultados					
Localización:	Diagonal 70C 68D-31			Responsable:	W. Wilson
Medio Afectado (Abiótico, Biótico, Antrópico):	Abiótico		Actividad: (1. Exploración, 2. Perforación, 3. Producción.):	Exploración	
Objetivo del Proyecto:	Manejo de basuras				
Actividades del Proyecto	Indicadores de		Indicador de Éxito		
No.	Descripción	Cumplimiento	Efectividad		
1	Manejo de R.	0.7	0.8	0.015	
2				0	
3				0	
4				0	
5				0	
6				0	
7				0	
8				0	
9				0	
10				0	
11				0	
12				0	
13				0	
14				0	
15				0	
16				0	
17				0	
18				0	
19				0	
20				0	

Fuente: elaboración propia.1