

**GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE PERFORACIÓN
EXPLORATORIA TERRESTRE EN EL SECTOR HIDROCARBUROS APLICADO
AL CASO DE ESTUDIO BLOQUE VALLE MEDIO DEL MAGDALENA 2 (VMM2).**

**ANDREA KARINA MEJÍA GARCÍA
YULY ANDREA PRIETO MEZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2012

**GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE PERFORACIÓN
EXPLORATORIA TERRESTRE EN EL SECTOR HIDROCARBUROS APLICADO
AL CASO DE ESTUDIO BLOQUE VALLE MEDIO DEL MAGDALENA 2 (VMM2).**

**ANDREA KARINA MEJÍA GARCÍA
YULY ANDREA PRIETO MEZA**

Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental

**Director
Esp. MÓNICA SOLER SIERRA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA**

2012

Damos gracias a nuestros padres y más grandes tutores de la vida, a nuestras familias y compañeros más cercanos que nos ayudan a crecer personal y profesionalmente.

Yuly Andrea Prieto

Andrea Karina Mejía

AGRADECIMIENTOS

Las Autoras expresan sus más grandes agradecimientos a:

Mónica Ximena Soler Sierra, directora del trabajo de grado, por su apoyo incondicional, comprensión, acompañamiento, cariño y valiosas orientaciones.

A **VETRA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN COLOMBIA** especialmente al Ing. Julián Carvajal, de, por su apoyo, colaboración y aporte de conocimientos.

A **GEOCOL CONSULTORES S.A.**, por su colaboración y permisos de uso de información.

A todos nuestros profesores que nos compartieron sus ideas, conocimientos y dedicación, nos entregaron su tiempo y experiencia; permitiéndonos crear este documento.

A todas aquellas personas nos ofrecieron su ayuda, apoyo y conocimientos, y de alguna u otra forma favorecieron el desarrollo de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. Marco legal	22
2. GESTIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS AMBIENTALES EN PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA.	33
2.1 localización del bloque de perforación exploratoria Valle Medio del Magdalena 2 VMM2 y situación legal del área	33
2.2 características del proyecto de perforación exploratoria para el caso de estudio en el bloque VMM2	37
2.2.1 Infraestructura y actividades proyectadas.....	37
2.2.2 Infraestructura Existente.	46
2.2.2.1 Vías e infraestructura asociada: tipo y estado	47
2.2.2.2 Propuesta de adecuación	59
2.2.2.3 Infraestructura petrolera.....	62
2.2.3 Actividades a Desarrollar	63
2.2.3.1 Vías de acceso al área y a las plataformas.....	64
2.2.3.2 Perforación de Pozos.....	78
2.2.3.2.1 Infraestructura y actividades proyectadas.....	79
2.2.3.2.2 Procesos de perforación.	84
2.2.3.2.3 Las Instalaciones de Apoyo.	86
2.2.3.2.4 Materiales para la Preparación y Mantenimiento del Fluido de Perforación.....	90
2.2.3.2.5 Uso, Aprovechamiento o Afectación de Recursos Naturales.....	94
2.2.3.3 Facilidades tempranas de producción.	97
2.2.3.3.1 Equipos e Instrumentos.	98
2.2.3.3.2 Procesos.	99
2.2.3.4 Líneas de Flujo.	100
2.2.3.4.1 Posibles accesos y cruces fluviales.	101

2.2.3.4.2 Líneas de flujo entre los pozos y las estaciones	101
2.2.3.4.3 Prueba Hidrostática.....	103
2.2.3.4.4 Estimativos de la Demanda de Recursos Naturales	104
2.3 Gestión ambiental para obtención de permisos, autorizaciones y concesiones para el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales.....	106
2.3.1 Resultados Gestión Ambiental.....	111
3. LINEAMIENTOS PARA LA CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL.....	115
3.1. Resultados caracterización socio-ambiental estudio de caso	119
3.1.1 identificación del área de influencia del proyecto.....	120
3.1.2 Medio abiótico.....	121
3.1.2.1 Geología.	121
3.1.2.2 Geomorfología.	129
3.1.2.3 Suelos.....	139
3.1.2.4 Hidrología.....	147
3.1.2.5 Calidad del Agua.....	151
3.1.2.6 Uso del Agua.	159
3.1.2.7 Hidrogeología.....	160
3.1.2.8 Geotecnia.....	163
3.1.2.9 Atmósfera.....	164
3.1.2.10 Calidad del Aire.....	168
3.1.2.11 Ruido.....	169
3.2.2 Medio biótico.....	170
3.2.2.1 Ecosistemas terrestres.....	170
3.2.3 Medio socioeconómico.	180
3.2.4 Paisaje.	186
4. DEFINICIÓN DE ÁREAS SENSIBLES Y MANEJO AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA	189
4.1 Evaluación Ambiental.	189
4.1.1 Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA).....	190
4.1.2 Calificación del Impacto (Jerarquización de Impactos).	193

4.1.3 Estimación de la Significancia de los Impactos.....	194
4.1.4 Resultados estudio	194
4.1.4.1 Identificación de Actividades del Proyecto:.....	195
4.1.4.2 Determinación de Recursos Naturales Requeridos.	198
4.1.4.3 Identificación de Necesidades Energéticas.....	198
4.1.4.4 Inventario de Residuos Generados por la Actividad.	198
4.1.4.5 Identificación Accidentes Tecnológicos/Incidentes de Contaminación. ...	199
4.1.4.6 Análisis de la Valoración de la Significancia de Aspectos e Impactos Ambientales.	200
4.2 Zonificación.....	202
4.2.1 Zonificación ambiental.	203
4.2.1.1 Zonificación abiótica.....	204
4.2.1.2 Zonificación del medio biótico	208
4.2.1.3 Zonificación del medio social.	209
4.2.2 Calificaciones de elementos especiales.....	213
4.2.3 Superposición y homologación de los resultados obtenidos, en los criterios y variables físicas, bióticas y sociales en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas	215
4.2.3.1 Zonificación de manejo de la actividad.	217
4.2.3.2 Resultados estudio de caso	218
4.2.3.2.1 Zonificación abiótica.....	219
4.2.3.2.2 Zonificación biótica.....	221
4.2.3.3 Zonificación del socio-económico y cultural	227
4.2.3.4 Calificación de elementos especiales.	229
4.2.3.5 Zonificación de manejo de la actividad.	233
4.3. Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	234
4.3.1 Estructura y programa de manejo ambiental.	234
4.3.2 Resultados PMA del estudio de caso	237
4.3.2.1 Manejo de residuos líquidos	237
4.3.2.2 Manejo de residuos sólidos.....	244

4.4 Seguimiento y monitoreo.	250
4.4.1 Estructura seguimiento y monitoreo.....	250
4.4.2 Resultados SM estudio de caso.....	252
4.4.2.1 Manejo de residuos líquidos	252
4.4.2.2 Manejo de residuos sólidos.....	255
5. CONCLUSIONES	258
BIBLIOGRAFÍA.....	259
ANEXOS.....	263

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Marco legal y normativo aplicado para estudios de impacto ambiental de exploración de hidrocarburos.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2. Coordenadas del Bloque Exploratorio VMM2.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3. Actividades e Infraestructura Proyectadas en el Bloque VMM2 y requerimientos de uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4. Clasificación de las vías que acceden al Bloque VMM2.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 5. Estructuras de drenajes existentes en el Bloque VMM2.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 6. Localización de los pozos dentro del Bloque VMM2.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 7. Obras de drenaje y estructuras típicas necesarias para las vías de acceso a locaciones.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 8. Volumen estimado de movimiento de tierras para la construcción de cada locación.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 9. Volumen estimado de movimiento de tierras para la construcción de vías de acceso</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 10. Puntos de captación de aguas superficiales.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 11. Caudales previstos y usos del agua.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 12. Requerimiento de agua para pruebas hidrostáticas.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 13. Volumen aproximado de aprovechamiento de suelo de descapote durante la construcción de una plataforma multipozo y su vía de acceso.</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 14. Volumen aproximado de madera a extraer.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 15. Equipos requeridos para la perforación.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 16. Maquinaria Requerida para la Perforación de pozos.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 17. Características de los productos químicos de lodos de perforación.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 18. Materiales Convencionales en una Operación de Cementación.....</i>	<i>91</i>

<i>Tabla 19. Materiales Comunes Utilizados en el Tratamiento de Aguas y Cortes de Perforación.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 20. Materiales a ser utilizados durante la perforación de pozos.</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 21. Consumo de combustible para los equipos.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 22. Requerimiento de agua para pruebas hidrostáticas de la red de tuberías a instalar.</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 23. Pertinencia del trámite de permiso, autorización o concesión.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 24. Requisitos generales para la solicitud de permisos, autorizaciones y concesiones.</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 25. Resumen general de los recursos naturales requeridos para el proyecto de Perforación Exploratoria del Bloque VMM2.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 26. Lineamientos para la caracterización ambiental del área de influencia de un proyecto de perforación exploratoria.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 27. Valores de la pendiente para el Bloque VMM2.</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 28. Unidades de suelo presentes en el Bloque VMM2.</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 29. Clasificación Agrológica de los Suelos del Bloque VMM2.</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 30. Distribución de los Tipos de Conflicto en el Bloque VMM2.....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 31. Principales Cuerpos de Agua del Bloque Exploratorio VMM2.</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 32. Índice de Calidad Agua (WQI) y parámetros de calidad.</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 33. Coberturas Vegetales presentes en el Bloque VMM2.....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 34. Áreas sensibles – Áreas naturales protegidas en el bloque.....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 35. Descripción de las características de las faenas de pesca realizadas en los cuerpos de agua monitoreados.</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 36. Criterios para Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA).</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 37. Rangos de calificación de la importancia del impacto ambiental.</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 38. Categorías de significancia según la escala de valores.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 39. Identificación actividades del proyecto de perforación exploratoria en el Bloque VMM2.</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 40. Tipos de residuos que se generan durante la perforación exploratoria</i>	<i>199</i>

<i>Tabla 41. Posibles escenarios con amenazas.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 42. Valoración de las variables utilizadas en la zonificación física.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 43. Sistema de clasificación de la vegetación según su estructura básica</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 44 Ejemplo de actividades económicas a partir de la cobertura</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 45. Calificación de variables del medio socioeconómico</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 46. Zonificación de manejo de la actividad</i>	<i>218</i>
<i>Tabla 47. Valoración de las variables utilizadas en la zonificación física del Bloque VMM2</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 48. Zonificación abiótica del área de interés VMM2.....</i>	<i>220</i>
<i>Tabla 49. Valoración de las Unidades de Cobertura Vegetal para la Zonificación Biótica.</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 50. Zonificación del Medio Biótico.....</i>	<i>222</i>
<i>Tabla 51. Zonificación del medio socioeconómico y cultural</i>	<i>228</i>
<i>Tabla 52. Calificación de elementos especiales</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 53. Zonificación Ambiental Bloque VMM2.....</i>	<i>232</i>
<i>Tabla 54. Zonificación de Manejo de las Actividades de Desarrollo del Bloque VMM2.</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 55. Estructura del plan de manejo ambiental.....</i>	<i>236</i>
<i>Tabla 56. Parámetros objeto de monitoreo en cortes de perforación.</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 57. Estructura de los Programas de Seguimiento y Monitoreo para el Área de Interés Bloque Exploratorio Valle Medio del Magdalena 2</i>	<i>251</i>

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del Bloque Exploratorio VMM2.....	35
Figura 2. Localización del Bloque VMM2 otorgado por la ANH y su relación con la presencia del área de reserva forestal de Ley 2 de 1959.	38
Figura 3. Flujograma de actividades para proyecto de perforación exploratoria....	45
Figura 4. Caracterización ambiental del área de influencia de un proyecto de perforación exploratoria	116
Figura 5. Escala de Significancia Impactos Ambientales para el Bloque VMM2 .	201
Figura 6. Significancia de los Impactos por Componente.	201
Figura 7. Significancia de los Impactos Ambientales generados por las Actividades de Perforación en el Bloque VMM2.	202
Figura 8. Rangos de sensibilidad.....	217

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
<i>Fotografía 1 Vía ramal, acceso a Puerto Patiño E 1,049,400 N 1,389,547.....</i>	50
<i>Fotografía 2 Vía ramal, acceso a Puerto Patiño E 1,049,334 N 1,389,723.....</i>	50
<i>Fotografía 3 Vía ramal, acceso Campo Doña María E 1,044,482 N 1,387,618.</i>	50
<i>Fotografía 4 Vía ramal, acceso Campo Doña María E 1,040,704 N 1,386,784.</i>	50
<i>Fotografía 5 Aspecto del puente sobre la Quebrada Peralonso en el K4+350.....</i>	51
<i>Fotografía 6 Puente colapsado sobre la Quebrada Peralonso E 1,049,117 N</i> <i>1,394,898.....</i>	51
<i>Fotografía 7 Vía de acceso a la Finca El Indio E 1,045,135 N 1,397,310.....</i>	53
<i>Fotografía 8 Finca El Indio. E 1,043,852 N 1,400,178.....</i>	53
<i>Fotografía 9 Alcantarilla doble de 36". E 1,055,830 - N 1,403,928.....</i>	55
<i>Fotografía 10 Alcantarilla sencilla de 36". E 1,048,150 - N 1,390,110.....</i>	55
<i>Fotografía 11 Puente en concreto reforzado. E 1,052,177 - N 1,403,483.....</i>	55
<i>Fotografía 12 Alcantarilla sencilla de 16". E 1,046,057 – N 1,379,662.....</i>	55
<i>Fotografía 13 Alcantarilla sencilla de 24". E 1,045,089 - N 1,379,515.....</i>	55
<i>Fotografía 14 Box Coulvert concreto 1.00 x1.00m. E 1,051,985 - N 1,387,913... </i>	55
<i>Fotografía 15 Puente en concreto reforzado. E 1,047,249 - N 1,397,178.....</i>	56
<i>Fotografía 16 Puente combinado; concreto reforzado y tubería metálica. E</i> <i>1,045,480 N 1,397,174.....</i>	56
<i>Fotografía 17 Sitio apropiado para la disposición de materiales estériles bajo</i> <i>condiciones iniciales.....</i>	68
<i>Fotografía 18 Sitio apropiado para la disposición de materiales estériles bajo</i> <i>condiciones de intervención.....</i>	68
<i>Fotografía 19. Pozo durante la etapa de perforación.....</i>	86
<i>Fotografía 20. Baño portátil usado en obras civiles.....</i>	237
<i>Fotografía 21. Cunetas internas en el área de la locación.....</i>	241

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<i>Anexo A Esquemas Gestión Ambiental</i>	<i>263</i>
<i>Anexo B Mapas.....</i>	<i>270</i>

TITULO: GESTIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA TERRESTRE EN EL SECTOR HIDROCARBUROS APLICADO AL CASO DE ESTUDIO BLOQUE VALLE MEDIO DEL MAGDALENA 2 (VMM2).¹

AUTOR: Prieto Meza Yuly Andrea
Mejía García Andrea Karina²

PALABRAS CLAVES: Recursos hidrocarburíferos, Gestión ambiental, Legislación Colombiana

CONTENIDO:

La administración integral de los recursos hidrocarburíferos de la Nación, es una responsabilidad pública compleja que incluye distintos componentes, que van desde el conocimiento del recurso, la definición del marco contractual dentro del cual se desarrollará su aprovechamiento, la promoción de su potencial en aras de atraer capital de riesgo para la inversión, el seguimiento y control de los planes y compromisos de los operadores, hasta la generación de condiciones apropiadas para garantizar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

El marco normativo Colombiano establece que el desarrollo de proyectos de perforación exploratoria requiere licencia ambiental como requisito indiscutible para el desarrollo de sus actividades. Lo anterior se fundamenta en el decreto 2820 de 2010, el cual establece que toda licencia ambiental exploratoria involucre los permisos de usos y aprovechamiento de los recursos naturales para su ejecución.

Bajo este marco de referencia y considerado el desarrollo de la legislación ambiental en Colombia el presente documento esboza un esquema para la efectiva gestión ambiental de los proyectos de perforación exploratoria, atendiendo el principio de sostenibilidad bajo el cual nos debemos regir.

La gestión ambiental para este tipo proyectos involucra desde la definición del área objeto del licenciamiento el alcance específico de las actividades a ejecutar y la caracterización socio-ambiental del área hasta el establecimiento de la zonificación ambiental y de manejo como herramienta de planificación para la implementación del plan de manejo que permitirá el desarrollo de las actividades propuestas acogiéndose a la normatividad vigente.

¹ Proyecto de Grado.

² Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director: Esp. Mónica Soler.

TITLE: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR TERRESTRIAL EXPLORATORY DRILLING PROJECTS IN THE HYDROCARBON SECTOR APPLIED TO THE BLOCK MIDDLE VALLEY OF THE MAGDALENA 2 (VMM2) CASE STUDY.³

AUTHOR: Prieto Meza Yuly Andrea
Mejía García Andrea Karina⁴

KEY WORDS: Hydrocarbon resources, Environmental management, Colombian policy.

CONTENT:

The integral administration of the Nation's hydrocarbon resources is a complex public responsibility that includes different components, ranging from knowledge of the resource, definition of the contractual framework within which to develop its use, promotion of their potential in order to attract venture capital investment, control and implementation of plans and commitments of traders, to the generation of appropriate conditions to ensure its viability and long-term sustainability.

The Colombian policy framework establishes that the development of exploratory drilling projects requires an environmental license as an indisputable requirement for its activities. The above is based on the Decree 2820 of 2010, which states that all exploratory environmental licenses need to include permission for the use and exploitation of natural resources for its implementation.

Under this framework and considering the development of the environmental legislation in Colombia, this document outlines a scheme for the effective environmental management of drilling exploratory projects, following the principle of sustainability to which we must comply.

Environmental management for such projects includes from the definition of the area object of the licensing, the scope of the specific activities to be implemented and the socio-environmental characterization of the area, to the establishment of the environmental zoning and management as a planning tool for the implementation of the management plan that will allow the development of the proposed activities under the existing regulations.

³ Proyecto de Grado.

⁴ Chemical Physique Engineering's Faculty. Chemical Engineer School. Environmental Engineer Specialist. Director : Esp. Mónica Soler .

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria del petróleo ha estado acompañado de importantes conflictos y discusiones alrededor de sus impactos ambientales y sociales, que en los últimos años se han visto amplificadas por conflictos de origen étnico y cultural. El seguimiento histórico de los aspectos ambientales y sociales, permite identificar dos realidades altamente impactantes: en primer lugar, el sector se ha expandido territorialmente de manera desordenada y carente de esquema alguno de planificación territorial por parte del Estado; y en segundo lugar, la experiencia en la relación del sector con los grupos étnicos ha presentado altibajos a través del tiempo, generando impactos negativos en el patrimonio natural y cultural de la sociedad colombiana, aún no cuantificado. No obstante, desde el punto de vista económico es innegable la importancia que el sector tiene en la economía nacional desde la mitad de la década de los ochenta y su contribución en la balanza de pagos y en los ingresos de la Nación.

Aún cuando desde finales de la década de los 90, su dinamismo se ha visto seriamente deteriorado, su impacto económico y fiscal continúa siendo altamente sensible para el país, en lo cual radica quizá la gran disyuntiva: un país altamente dependiente de los hidrocarburos, pero con muy bajos niveles de reservas y altos niveles de riesgo geológico. El frágil equilibrio de los indicadores macroeconómicos nacionales y el interés de los países consumidores por garantizar su abastecimiento, presiona el incremento sustancial de la actividad exploratoria del sector, tendiente a revertir el comportamiento de los indicadores que apuntan hacia el desabastecimiento. El Gobierno Nacional se ha propuesto metas agresivas de expansión sectorial, que conducen a áreas prospectivas inexploradas, pero que se caracterizan por su alta vulnerabilidad ambiental, cultural y social. En esta nueva etapa le corresponde al país, encontrar un adecuado equilibrio entre sus expectativas de crecimiento sectorial y los

propósitos de conservación tanto de su patrimonio cultural como de su riqueza natural y ecosistémica, que constituyen también una oportunidad importante para apalancar sus futuros desarrollos.

La administración integral de los recursos hidrocarburíferos de la Nación, es una responsabilidad pública compleja que incluye distintos componentes, que van desde el conocimiento del recurso, la definición del marco contractual dentro del cual se desarrollará su aprovechamiento, la promoción de su potencial en aras de atraer capital de riesgo para la inversión, el seguimiento y control de los planes y compromisos de los operadores, hasta la generación de condiciones apropiadas para garantizar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

El país ha venido desarrollando el sector de hidrocarburos desarticuladamente y no cuenta con estrategias de planeación delineadas por las dinámicas ecosistémicas de las áreas de exploración y producción, en los planes de expansión y desarrollo estructurados por la industria. Lo que genera que la implementación de dichos planes de expansión y desarrollo (proyectos exploratorios) conlleven deterioro al ambiente, al no tener en cuenta los ecosistemas presentes, ni prever los costos ambientales y sociales regionales de largo plazo, como producto de un manejo carente de planeación adecuada.

Por lo tanto el siguiente documento busca estructurar un modelo de gestión aplicable a los proyectos de perforación exploratoria en el sector de hidrocarburos que permita el desarrollo de la perforación exploratoria cumpliendo con la normatividad ambiental y los requerimientos de la autoridad competente ante el proceso de licenciamiento.

1. MARCO LEGAL

Como producto de la evolución humana, las legislaciones mundiales se han visto en la obligación de regular las relaciones del hombre con el medio ambiente debido a los cambios en las dinámicas de los ecosistemas, por tal motivo el estado Colombiano busca mitigar los efectos nocivos que se le causan al medio ambiente y adopta una política legal ambiental, que le permita mitigar, prevenir, y restaurar el medio ambiente y los recursos naturales renovables. Del proceso legal ambiental se establecieron seis normas, que atravesaron por grandes modificaciones a través del tiempo y que tuvieron como fin suplir los vacíos jurídicos que en la parte ambiental existían.

En primera instancia, por medio de la Ley 23 del 12 de diciembre de 1973, se facultó al Presidente de la República para crear el código de recursos naturales y protección al medio Ambiente con el fin de prevenir, mitigar y controlar la contaminación ambiental. Esta ley se constituyó como el primer paso para la construcción de un régimen legal ambiental con fines de salvaguardar los recursos naturales y el medio ambiente de Colombia.

Posteriormente apareció el Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974 (Código de Recursos Naturales Renovables) el cual se constituyó como la primera recopilación legal ambiental, que disciplinó el tema ambiental en Colombia y articuló el uso y aprovechamiento de los recursos naturales racionalmente desde el punto de vista administrativo y legal.

En 1979 se expide la Ley 9ª o el Código Sanitario Nacional la cual buscaba preservar la calidad ambiental a partir de una visión saludable e higienista y no solo en torno al hombre y las necesidades inmediatas sino frente a los recursos naturales y a la sostenibilidad de los mismos.

En la Constitución política de 1991 llamada la “Constitución verde” se define un importante articulado orientado a las responsabilidades del Estado en la preservación de los recursos naturales, estableciendo dentro de los principios fundamentales, la obligación de éste y de las personas, de proteger las riquezas culturales y naturales de la nación, así mismo dedica un capítulo a los derechos colectivos y del ambiente, entre los que se destacan, en el tema de la biodiversidad, el derecho a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación para el logro de estos objetivos, además la obligación de la planificación ambiental, cooperación con otras naciones en la protección de ecosistemas compartidos y funciones de regulación para el ingreso y salida del país de los recursos genéticos y su utilización de acuerdo con el interés nacional⁵.

Así mismo la Ley 99 de 1993 definió los principios ambientales generales del país y los procedimientos tendientes a garantizar la sostenibilidad de las intervenciones sobre el medio ambiente. De igual manera incorporó de manera específica los mecanismos de protección de derechos a los cuales puede apelar el ciudadano en defensa del ambiente, el mecanismo de consulta obligatorio para los proyectos que afecten territorios colectivos de comunidades indígenas e introdujo el mecanismo de licenciamiento ambiental como instrumento de regulación de las actividades y proyectos que generen impactos sobre el medio.

A partir del Decreto 2820 de 2010, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial reglamentan el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, definiendo los alcances de una licencia ambiental, los casos en los cuales esta es exigible, el tema de los Estudios Ambientales, el procedimiento para la obtención de la misma, los procedimientos en caso de

⁵ Estado de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente 2008 en el Departamento del Guaviare. Contraloría General.

modificación, cesión, suspensión o revocatoria y cesación del trámite y los mecanismos para su control y seguimiento.

El desarrollo de la industria del petróleo ha estado acompañado de importantes conflictos y discusiones alrededor de sus impactos ambientales y sociales, que en los últimos años se han visto amplificadas por conflictos de origen étnico y cultural. El seguimiento histórico de los aspectos ambientales y sociales, permite identificar dos realidades altamente impactantes: en primer lugar, el sector se ha expandido territorialmente de manera desordenada y carente de esquema alguno de planificación territorial por parte del Estado; y en segundo lugar, la experiencia en la relación del sector con los grupos étnicos ha presentado altibajos a través del tiempo, generando impactos negativos en el patrimonio natural y cultural de la sociedad colombiana, aún no cuantificado. No obstante, desde el punto de vista económico es innegable la importancia que el sector tiene en la economía nacional desde la mitad de la década de los ochenta y su contribución en la balanza de pagos y en los ingresos de la Nación.

Aún cuando desde finales de la década de los 90, su dinamismo se ha visto seriamente deteriorado, su impacto económico y fiscal continúa siendo altamente sensible para el país, en lo cual radica quizá la gran disyuntiva: un país altamente dependiente de los hidrocarburos, pero con muy bajos niveles de reservas y altos niveles de riesgo geológico. El frágil equilibrio de los indicadores macroeconómicos nacionales y el interés de los países consumidores por garantizar su abastecimiento, presiona el incremento sustancial de la actividad exploratoria del sector, tendiente a revertir el comportamiento de los indicadores que apuntan hacia el desabastecimiento.

El Gobierno Nacional se ha propuesto metas agresivas de expansión sectorial, que conducen a áreas prospectivas inexploradas, pero que se caracterizan por su alta vulnerabilidad ambiental, cultural y social. En esta nueva etapa le corresponde

al país, encontrar un adecuado equilibrio entre sus expectativas de crecimiento sectorial y los propósitos de conservación tanto de su patrimonio cultural como de su riqueza natural y ecosistémica, que constituyen también una oportunidad importante para apalancar sus futuros desarrollos.

A continuación se presenta el marco legal aplicado para estudios de impacto ambiental para la exploración de hidrocarburos en Colombia.

Tabla 1. Marco legal y normativo aplicado para estudios de impacto ambiental de exploración de hidrocarburos.

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTÍCULOS	CASO DE ESTUDIO
LICENCIA AMBIENTAL				
Ley 23	19/12/73	Por medio del cual el Congreso revistió al Presidente de la República de facultades extraordinarias por el término de un año para reformar y adicionar la legislación vigente sobre recursos naturales renovables y preservación ambiental. Fue a partir de este momento cuando se evidencio la necesidad de reunir en un solo instrumento normativo todo lo relacionado con el uso y aprovechamiento de los recursos naturales	TODO	TODO
Ley 99	22/12/93	Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones	31, 43, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62	31, 43, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62
Decreto 2820	05/08/10	Por el cual cuál se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencias ambientales	TODO	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 24, 28, 39, 40
Ley 1450	16/06/11	Por medio de la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, estableció los criterios para la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales, determinando la cartografía específica para hacerlos y definiendo que son las autoridades ambientales regionales las que deben realizar los estudios para definir los usos de estos ecosistemas. Igualmente se definen las condiciones para construcción de proyectos en dichos ecosistemas.	224	224

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
Resolución 655	21/06/96	Por la cual se establecen los requisitos y condiciones para la solicitud y obtención de la Licencia Ambiental establecida por el artículo 132 del Decreto Ley 2150 de 1995.	TODO	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 16
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL				
Ley 1450	16/06/11	Por medio de la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, estableció los criterios para la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales, determinando la cartografía específica para hacerlos y definiendo que son las autoridades ambientales regionales las que deben realizar los estudios para definir los usos de estos ecosistemas. Igualmente se definen las condiciones para construcción de proyectos en dichos ecosistemas.	223, 224, 225, 226, 227	223, 224, 225*
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	13, 14, 15, 16, 21, 22	13, 14, 15, 16, 21, 22, 25
Decreto 1594	26/06/84	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	150, 151, 152, 153, 154	150, 151, 152, 153, 154
ÁREAS PROTEGIDAS				
Ley 2	16/12/59	Sobre economía forestal de la nación y conservación de recursos naturales renovables. Por medio de esta se declaro la Reserva Forestal del Pacifico, Reserva Forestal Central, Reserva Forestal del Río Magdalena, Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, Reserva Forestal del Cocuy, Reserva Forestal de la Amazonía	TODOS	1, numeral a;
Decreto 2811	18/12/74	Señala las categorías de las áreas protegidas. En Colombia existen áreas protegidas del nivel nacional y regional con diversos objetivos, ya sea, conservación del recurso hídrico, del recurso forestal y del recurso suelo; la categoría más importante son los parques nacionales naturales. Cada área está regulada por una norma especial, sea un decreto o una resolución; en consecuencia, hay que analizar en cada caso si los proyectos eléctricos que se desarrollen en el país intervendrán áreas protegidas, para considerar las limitaciones que hay en el uso del territorio para el desarrollo del proyecto.	202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210	206, 207, 208, 209, 210

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
Decreto 2372	01/06/10	El cual reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con este.	TODO	2, 10, 30, 36, 48
Resolución 918	20/05/11	Se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social.	TODO	NA
Ley 1450	16/06/11	Por medio de la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, estableció los criterios para la delimitación de los ecosistemas de páramos y humedales, determinando la cartografía específica para hacerlos y definiendo que son las autoridades ambientales regionales las que deben realizar los estudios para definir los usos de estos ecosistemas. Igualmente se definen las condiciones para construcción de proyectos en dichos ecosistemas	202, 203, 204, 205, 206, 207, 208	204
Ley 99	22/12/93	En el artículo 111 se declaran de interés público las áreas de importancia estratégica para conservación de los recursos hídricos que surten de agua los acueductos municipales y distritales	111	NA
BIODIVERSIDAD				
Decreto 309	25/02/00	Por la cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica	TODO	TODO
Resolución 68		Por la cual se establece el procedimiento para los permisos de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica y se adoptan otras determinaciones.	TODO	TODO
APROVECHAMIENTO FORESTAL				
Decreto 1791	4/10/96	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal	TODO	1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 15, 17, 18
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224	211, 212, 214, 220, 221, 222
Ley 99	22/12/93	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	5	5

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
Decreto 900	1/01/97	Por el cual se reglamenta el Certificado de incentivo Forestal para Conservación	TODO	NA
Decreto 877	10/05/76	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.	TODO	NA
OCUPACIÓN DE CAUCES				
Decreto 1541	26/07/78	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	104, 105, 106	1, 104,
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	51, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 118,	51, 102, 104, 105, 118, 132
Decreto 1594	26/06/84	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	TODO	NA
VERTIMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS				
Decreto 3930	25/10/10	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	TODO	24, 25, 29, 30, 31, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 53
Decreto 4728 de 2010	23/12/10	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.	TODO	1, 3, 4,
Ley 9	24/01/79	Por la cal se dictan las medidas sanitarias: Se dictan normas generales que servirán de base a las deposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar, y mejorar las condiciones sanitarias; además los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos líquidos	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	10, 11, 12, 13, 15, 21
Decreto 3100	30/10/03	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.	TODO	NA
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	8, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, , 191,	8, 134, 136, 138, 140, 145
Decreto	26/07/78	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del	TODO	205, 206, 207, 208, 211,

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
1541		Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.		212, 219, 226, 227, 228, 229
Decreto 1594	26/06/84	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.	TODO	1, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 90, 91, 102, 103, 113, 117, 138,
Resolución 273	1/04/97	Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).	TODO	TODO
Decreto 901	1/04/97	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de estas.	TODO	TODO
Resolución 372	6/05/98	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones	TODO	TODO
CONCESIÓN DE AGUAS				
Decreto 1594	26/06/84	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	TODO	1, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 35, 37, 48
Decreto 3930	25/10/10	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	TODO	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 16, 19, 20, 21, 22,
Decreto 1541	26/07/78	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	TODO	11, 12, 13, 28, 29, 30, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 47, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 69, 70, 71, 72, 78, 79, 80, 81, 82, 107, 108, 109, 110, 111, 114, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 152, 154, 166, 172, 176, 178
Ley 9	24/01/79	Por la cal se dictan las medidas sanitarias: Se instauran normas que obliga a los productores a cumplir ciertos requerimientos como (las empresas recolectoras deberán realizar está actividad con frecuencia tal que impida la acumulación de basuras, la proliferación de roedores; quienes produzcan desechos especiales	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68,	58, 60, 62, 67, 68

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTÍCULOS	CASO DE ESTUDIO
		deberán incinerarse en el lugar donde se originan).		
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	59, 60, 61, 62, 63, 77, 80, 88, 89, 90, 91, 96, 97, 121, 133, 140, 146, 147, 156, 157	59, 60, 61, 62, 63, 77, 80, 88, 89, 90, 91, 96, 97, 121, 133, 140, 146, 147, 156, 157
Decreto 1575 de marzo 10 de 2007	10/03/98	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.	TODO	1, 2, 3, 12, 17, 28,
RESIDUOS SÓLIDOS				
Resolución 0058	21/01/02	Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos	TODO	NA
Ley 9	24/01/79	Por la cual se dictan las medidas sanitarias: Se instauran normas que obliga a los productores a cumplir ciertos requerimientos como (las empresas recolectoras deberán realizar esta actividad con frecuencia tal que impida la acumulación de basuras, la proliferación de roedores; quienes produzcan desechos especiales deberán incinerarse en el lugar donde se originan).	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35	23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35,
Decreto 2676	22/12/00	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.	TODO	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13,
Decreto 838	23/03/05	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	TODO	1, 2, 3, 14,
Resolución 0886	27/07/04	Modifica parcialmente la Resolución No 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones	TODO	1, 2
Resolución 541	14/12/94	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación	TODO	TODO
Resolución 02309	24/02/86	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4a. del Libro 1º del Decreto-Ley N. 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.	TODO	TODO
Decreto 4741	2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión	TODO	TODO

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
		integral.		
Resolución 189	15/07/94	Por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos	TODO	NA
AIRE Y RUIDO				
Decreto 979	2006	Por el cual se modifican los artículos 7º, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.	TODO	1, 2, 4, 5,
Decreto 948	05/06/95	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.	TODO	TODO
Decreto 2811	10/03/98	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	33	33
Resolución 610	24/03/10	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 04 de abril de 2006.	TODO	TODO
Resolución 2154	02/11/10	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones	TODO	TODO
Resolución 627	07/04/06	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	TODO	TODO
Ley 9	24/01/79	Por la cual se dictan las medidas sanitarias: Se instauran normas que obliga a los productores a cumplir ciertos requerimientos como (las empresas recolectoras deberán realizar esta actividad con frecuencia tal que impida la acumulación de basuras, la proliferación de roedores; quienes produzcan desechos especiales deberán incinerarse en el lugar donde se originan).	41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,	43, 44, 45, 46, 48, 49
OTROS				
Decreto 1900	2006	Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.	TODO	TODO
Decreto 2811	18/12/74	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	43	43
Ley 1523	24/04/12	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones	TODO	TODO

NORMA	FECHA	DETALLE	ARTICULOS	CASO DE ESTUDIO
Decreto 2820	05/08/10	Por el cual cuál se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencias ambientales	TODO	41
Decreto 1575	10/03/07	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.	30, 31, 32, 33, 34,	30, 31, 32, 33, 34,
Decreto 1594	26/06/84	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.	93, 96	93, 96

Fuente: Los Autores

2. GESTIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS AMBIENTALES EN PROYECTOS DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA.

La Gestión Ambiental para la ejecución de un proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos en Colombia implica la gestión u obtención de permisos, autorizaciones y concesiones para el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales.

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que el objetivo principal de este trabajo de grado es identificar un modelo de gestión ambiental aplicable a proyectos de perforación exploratoria terrestre, con base en un estudio de caso particular, es necesario a partir del entendimiento del proyecto exploratorio “caso” y de la localización del mismo, identificar las necesidades de los recursos naturales requeridos y con base en ello, establecer el modelo de gestión para el trámite de obtención de los permisos correspondientes.

A continuación se presenta entonces una breve descripción de la localización del proyecto “caso” y su alcance.

➤ Estudio de caso Bloque VMM2

2.1 LOCALIZACIÓN DEL BLOQUE DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA 2 VMM2 Y SITUACIÓN LEGAL DEL ÁREA

El Bloque VMM2 se localiza en el nororiente de Colombia, en la cuenca denominada Valle Medio del Magdalena, en jurisdicción de los municipios de Aguachica, Río de Oro y Gamarra en el departamento del Cesar (**Figura 1**). El

área del bloque VMM2 objeto del licenciamiento ambiental corresponde a una extensión de 28.085ha, delimitada por las coordenadas magnas sirgas origen Bogotá consignadas en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Coordenadas del Bloque Exploratorio VMM2.

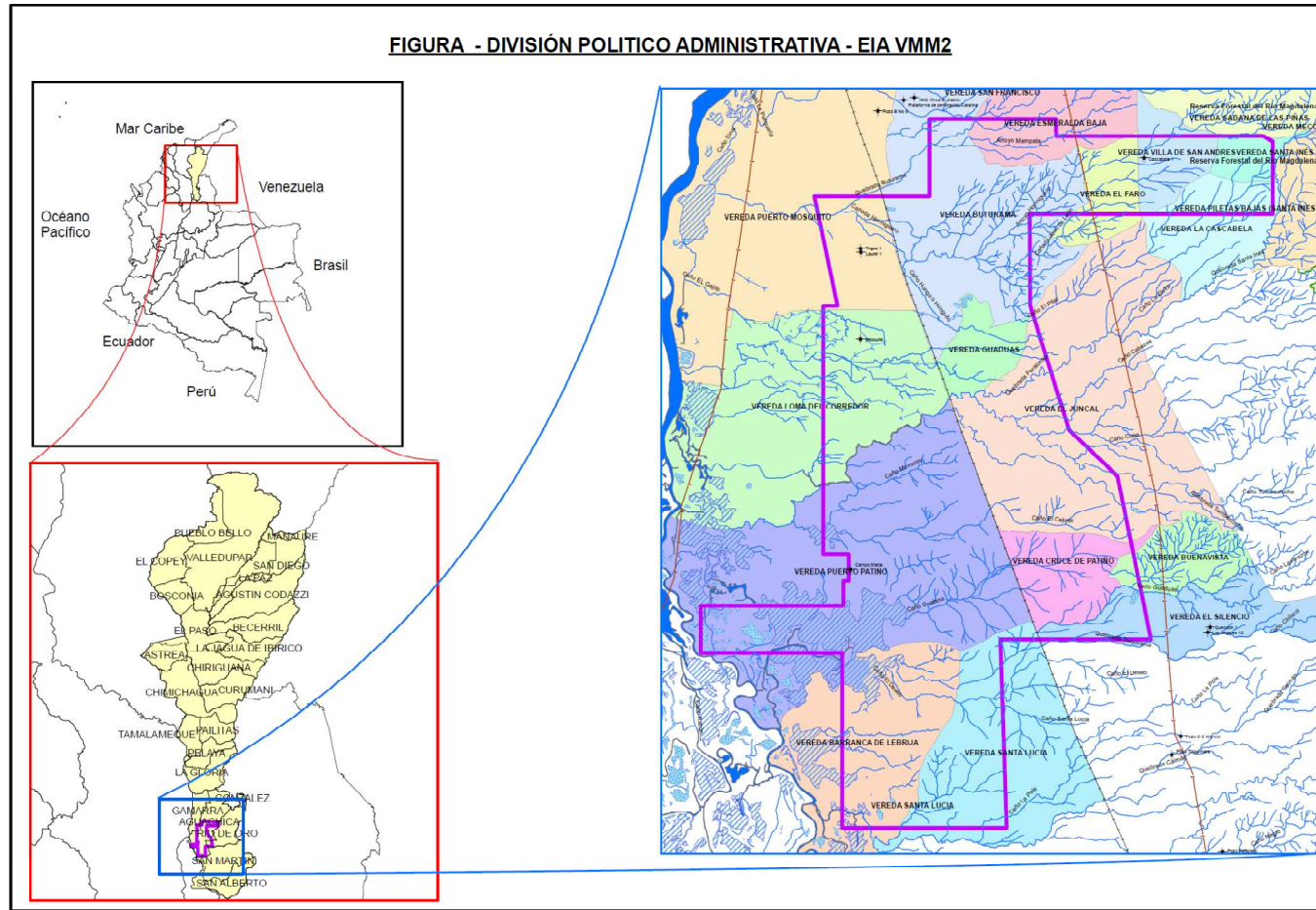
COORDENADAS BLOQUE VMM2								
VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	1057173,81	1404109,08	13	1040385,70	1383439,57	25	1039272,37	1401702,92
2	1057568,23	1403890,65	14	1034738,89	1383439,57	26	1039338,74	1401703,35
3	1057568,23	1400995,35	15	1034738,89	1385331,86	27	1043870,59	1401703,35
4	1047869,96	1400995,35	16	1039434,75	1385331,86	28	1043870,59	1403431,75
5	1047886,08	1397330,52	17	1040434,71	1385331,86	29	1045893,35	1404796,31
6	1049436,91	1392379,21	18	1040434,71	1386331,84	30	1048919,43	1404796,31
7	1051367,94	1390516,14	19	1040639,70	1386331,84	31	1048919,89	1404102,31
8	1052004,64	1387395,46	20	1040639,70	1387395,52	32	1050870,00	1404103,91
9	1052698,30	1383995,56	21	1039639,73	1387395,52	33	1050870,00	1403783,00
10	1046698,49	1383995,56	22	1039623,73	1387395,52	34	1053270,00	1403783,00
11	1046947,78	1376462,26	23	1039623,73	1397327,53	35	1053270,00	1404105,87
12	1040385,70	1376455,05	24	1040198,69	1397327,53			

Fuente: Vetra E&P S.A.S. – GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Así mismo en la **Figura 1** indica la ubicación geográfica y la delimitación socio-política del Bloque VMM2

En el área cercana al bloque VMM2 se encuentra infraestructura petrolera para las actividades de exploración, explotación y producción de hidrocarburos. Entre las áreas en explotación se encuentran al norte el Bloque Bolívar (operadora Harken) y el Bloque Fortuna (Emerald), al sur se localiza el Bloque Tisquirama A-B (Petróleos del Norte), y al occidente el Bloque Barranca-Lebrija (ECOPETROL). Entre las áreas de exploración se encuentran los bloques VMM1 (adjudicado a la firma Lewis Energy), VMM4 (de Golden Oil), Midas (de UT Midas), y VMM3 (de Cenercol)

Figura 1. Localización del Bloque Exploratorio VMM2.



Fuente: Geocol Consultores 2010

Considerando esta proximidad y como parte de la gestión ambiental es necesario establecer si existe traslape o sobre posición del área objeto del licenciamiento ambiental, con áreas en operación que cuenten con Licencias previas, ya que de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2820 de 2010 en su artículo 26 , en el caso de existir la superposición de áreas, se debe informar sobre dicha superposición y demostrar que los dos proyectos objeto de licenciamiento pueden coexistir e identificar el manejo y responsabilidad de cada usuario sobre los impactos ambientales generados en el área superpuesta.

Teniendo en cuenta que la investigación sobre la superposición de áreas permitió establecer que el Bloque asignado por la ANH se superpone en áreas mínimas con los polígonos del “Campo Petrolero Cantagallo y Aledaños” (Expediente 2317) de la empresa ECOPETROL S.A., y el “Bloque de Exploración Buturama” (Expediente 1277) de la empresa COLOMBIA ENERGY DEVELOPMENT CO previamente licenciados, la empresa operadora tenía dos alternativas, pero optó por modificar el polígono que conforma el área a licenciar para las actividades de perforación exploratoria en el Bloque VMM2, excluyendo las áreas correspondientes a la superposición, quedando el polígono delimitado por las coordenadas presentadas en la **Tabla 2**, representadas en la **Figura 1**

Continuando con la delimitación del área a licenciar se procede con la identificación de las áreas que restringen o excluyen de manera tajante dichas áreas para su uso en actividades de perforación exploratoria. Para el área del caso de estudio se determinó la presencia de la Ciénaga Doña María, como área que por sus características tiene una connotación especial y que deberá por tanto tratarse con especial atención en el desarrollo de la gestión ambiental del proyecto exploratorio.

De otro lado, se realizó la búsqueda de información que permitiera establecer la presencia de áreas protegidas del orden nacional, determinándose que no se

presentan parques nacionales, reservas forestales o reservas de fauna y flora, comunidades negras e indígenas legalmente constituidas. Sin embargo, es de aclarar que al costado noroccidental del Bloque de Perforación Exploratoria VMM2 se encuentra La Reserva Forestal Río del Magdalena reglamentada por Ley 2ª de 1959, la cual fue declarada con el fin de proteger la economía forestal de la nación y conservar los recursos naturales renovables.

Es importante destacar que el bloque asignado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) a VETRA Exploración y Producción Colombia S.A.S fue ajustado debido a que este se superponía a la reserva forestal del Río Magdalena. La **Figura 2** muestra la ubicación de dicho ecosistema con respecto al Bloque de Perforación Exploratoria VMM2.

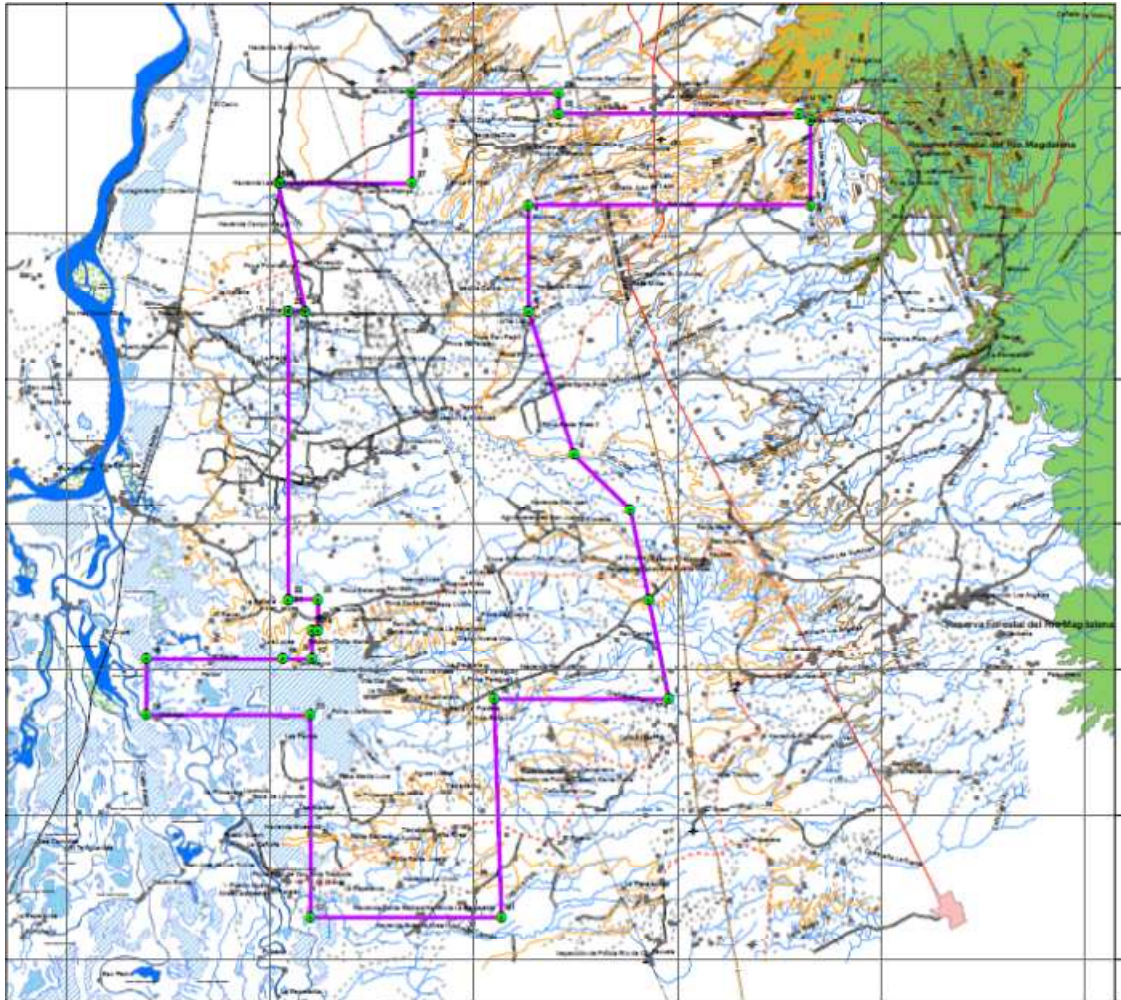
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE PERFORACIÓN EXPLORATORIA PARA EL CASO DE ESTUDIO EN EL BLOQUE VMM2

A continuación se realizará una descripción de las condiciones generales del proyecto a desarrollar en el Bloque VMM2, con el fin de entender las necesidades de recursos naturales que implica la implementación de dicho proyecto y su temporalidad.

2.2.1 Infraestructura y actividades proyectadas.

En la Tabla 3 se presentan las actividades de perforación exploratoria a desarrollar en el Bloque VMM2 y las actividades constructivas y conexas que se solicitó autorizar en el licenciamiento ambiental. Así como el requerimiento de uso, aprovechamiento o afectación de los recursos por el desarrollo de dichas actividades.

Figura 2. Localización del Bloque VMM2 otorgado por la ANH y su relación con la presencia del área de reserva forestal de Ley 2 de 1959.



Fuente: Geocol Consultores 2010

Tabla 3. Actividades e Infraestructura Proyectadas en el Bloque VMM2 y requerimientos de uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales.

No.	ACTIVIDADES PROYECTADAS		OBSERVACIONES	REQUERIMIENTO DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
1	Adecuación de vías existentes	Adecuación de vías existentes que conduzcan al interior del Bloque VMM2 para las condiciones de tráfico pesado.	Donde se requiera, se implementará terraplén conformado por préstamo lateral, obras de drenaje, mantenimiento de obras de arte.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de material de préstamo y material de arrastre o cantera - Uso de agua - Ocupación de cauces
2	Construcción de vías	Construcción de corredores de acceso hacia las plataformas que se construyan, con una longitud hasta de 3 Km, de preferencia en zonas intervenidas. Conformación de la superficie final de la vía incluyendo el terraplén con préstamo lateral. Se realizarán los cortes y rellenos necesarios para obtener las cotas de subrasante.	Construcción de nuevas vías de acceso a las locaciones de las nuevas plataformas, desde las vías existentes, de acuerdo con la zonificación ambiental y de manejo establecida en el EIA y avalada por la Autoridad Ambiental competente en la Licencia Ambiental correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de material de préstamo y material de arrastre o cantera - Uso de agua - Aprovechamiento Forestal - Cambio de uso de suelo - Ocupación de cauces
3	Plataformas multipozos	Construcción de 9 plataformas multipozo, con áreas hasta de 1,5 Ha, para la perforación hasta de 3 pozos por plataforma.	Se localizarán de acuerdo con la zonificación ambiental y de manejo de la actividad establecida en el EIA y avalada por la Autoridad Ambiental competente en la Licencia Ambiental correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de material de préstamo y material de arrastre o cantera - Aprovechamiento Forestal - Uso de agua - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos) - Cambio de uso de suelo
		Construcción de piscinas dentro de las locaciones para tratamiento de lodos o cortes de perforación.	En caso de ser necesario, se entregarán los lodos a una empresa autorizada para su transporte, tratamiento y disposición.	
4	Perforación de pozos	Perforación de pozos exploratorios, por método convencional, a profundidades hasta de 13500 pies.		<ul style="list-style-type: none"> - Uso de agua - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos)

No.	ACTIVIDADES PROYECTADAS		OBSERVACIONES	REQUERIMIENTO DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
5	Pruebas de producción	Instalación de facilidades de producción para pruebas cortas y extensas, con los equipos necesarios: separador trifásico, Scruber, generador, tanques de almacenamiento, tea.	La capacidad de los equipos se definirá de acuerdo con los resultados que se obtengan en la perforación de los pozos.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de agua - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos) - Generación de Emisiones Atmosféricas en funcionamiento de la tea
6	Instalación y operación de facilidades tempranas de producción	De acuerdo con los resultados que se obtengan en la perforación de los pozos, se realizará la instalación de facilidades tempranas para el recibo, tratamiento, almacenamiento y despacho de la producción: manifold, separador trifásico, scruber, gun barrel, tanques de almacenamiento de crudo y combustible, piscinas de tratamiento de aguas residuales industriales, tea, generadores de energía y campamento.	La localización de las facilidades tempranas de producción se realizará en un área que favorezca el desarrollo de la actividad exploratoria. La capacidad de los equipos dependerá de los resultados que se obtengan en la perforación de los pozos.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de agua - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos) - Generación de Emisiones Atmosféricas en funcionamiento de la tea - Cambio de uso de suelo
7	Construcción de líneas de flujo	Construcción de líneas de flujo con diámetro hasta de 6", para el transporte de crudo entre los pozos y las facilidades tempranas.	Construcción de líneas de flujo al interior del Bloque, a borde de vía, y donde se requiera en terrenos de acuerdo con las restricciones de la zonificación ambiental y de manejo de la actividad establecida en el EIA y avalada por la Autoridad Ambiental competente en la Licencia Ambiental correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de material de préstamo y material de arrastre o cantera - Aprovechamiento Forestal - Uso de agua (prueba hidrostática) - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos de la prueba hidrostática) - Cambio de uso de suelo
8	Transporte en carrotaques	Transporte de hidrocarburos en carrotaques entre los pozos y las facilidades tempranas y hasta las estaciones de recibo de la producción.		<ul style="list-style-type: none"> - Generación de Emisiones Atmosféricas por vehículos

No.	ACTIVIDADES PROYECTADAS		OBSERVACIONES	REQUERIMIENTO DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
9	Servicio a Pozos	Desarrollo de actividades workover y reacondicionamiento de pozos, según los requerimientos necesarios para ampliar la producción de los pozos.		<ul style="list-style-type: none"> - Uso de agua - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos)
10	Sistema de Tratamiento de Agua Residual	Instalación y operación de sistema de piscinas para el tratamiento de aguas residuales industriales industriales. El vertimiento se realizará por aspersión sobre vías en verano, campos de infiltración aledaños a las plataformas, vertimiento directo sobre corrientes superficiales o por reinyección.	Los vertimientos se realizarán previo cumplimiento de los límites establecidos en el Decreto 1594 de 1984, por aspersión en vías, áreas aledañas a las plataformas, vertimiento directo en cuerpos de agua donde se solicita captación (Quebrada Guaduas, Río Lebrija y Río Magdalena), por reinyección en las formaciones Colorado, Mugrosa, Esmeraldas, La Paz, y Lisama, en pozos existentes cerrados o abandonados, o nuevos pozos por perforar, una vez se evalúen las pruebas de inyectividad.	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos)
		Instalación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.	El vertimiento se realizará en campos de infiltración.	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos a suelos)
11	ZODME	Autorizar la utilización de áreas para disposición de materiales de excavación (ZODME), al interior del Bloque, en áreas apropiadas para el manejo de los materiales generados y con obras para el control de aguas de escorrentía y procesos erosivos.	La localización de los ZODME se realizará de acuerdo con la zonificación ambiental y de manejo de la actividad establecida en el EIA y avalada por la Autoridad Ambiental competente en la Licencia Ambiental correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de uso de suelo
12	Instalación de redes eléctricas	Instalación del tendido eléctrico desde las facilidades tempranas de producción o las acometidas existentes, hasta las plataformas	Se instalarán líneas eléctricas de media tensión, a borde de vía o por terrenos de acuerdo con la zonificación ambiental y de	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de uso de suelo - Uso de material de préstamo y material de arrastre o cantera - Aprovechamiento Forestal

No.	ACTIVIDADES PROYECTADAS		OBSERVACIONES	REQUERIMIENTO DE USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
		y pozos.	manejo de la actividad establecida en el EIA y avalada por la Autoridad Ambiental competente en la Licencia Ambiental correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de agua (concretos) - Generación de residuos sólidos (Disposición de residuos sólidos) y líquidos (vertimientos)

Fuente: Modificado de GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011

➤ **Etapas del Proyecto – Flujograma y Cronograma del proyecto.**

El desarrollo de un proyecto exploratorio de hidrocarburos tiene una secuencia establecida para que su ejecución sea eficiente y ajustada a los requerimientos de la operación. Dichas actividades se implementan en tiempos secuenciales determinados por las características del área donde se desarrollará y la naturaleza misma del proyecto. Teniendo en cuenta el conocimiento de las condiciones físicas como geomorfología, clima, suelos, y de la infraestructura vial existente para ingresar al área del bloque VMM2, se estima que las obras civiles requeridas para un pozo exploratorio, es decir, la construcción de una vía de acceso y de una plataforma o locación multipozo, pueden tener una duración de 60 a 90 días.

De otro lado, para determinar la duración de la etapa de perforación es importante considerar la profundidad del objetivo exploratorio (Formaciones de interés exploratorio), para el caso de estudio dicha profundidad es aproximadamente 9000 pies, por lo que las operaciones de perforación pueden durar entre 90 y 120 días calendario.

Con lo anterior se quiere señalar que el uso o afectación de los recursos naturales será temporal y estará en función de la duración de las actividades exploratorias y la fase de desarrollo del proyecto.

En la **Figura 3** se presenta la secuencia de actividades de un proyecto exploratorio de hidrocarburos, la cual se explica a grandes rasgos a continuación.

❖ **Etapas Pre-Operativas:** Corresponde a las actividades previas a la instalación del proyecto en el área e incluye los estudios ambientales y los procesos de información y contratación con comunidades y asociaciones laborales, y la obtención de permisos de servidumbre y/o negociaciones de predios.

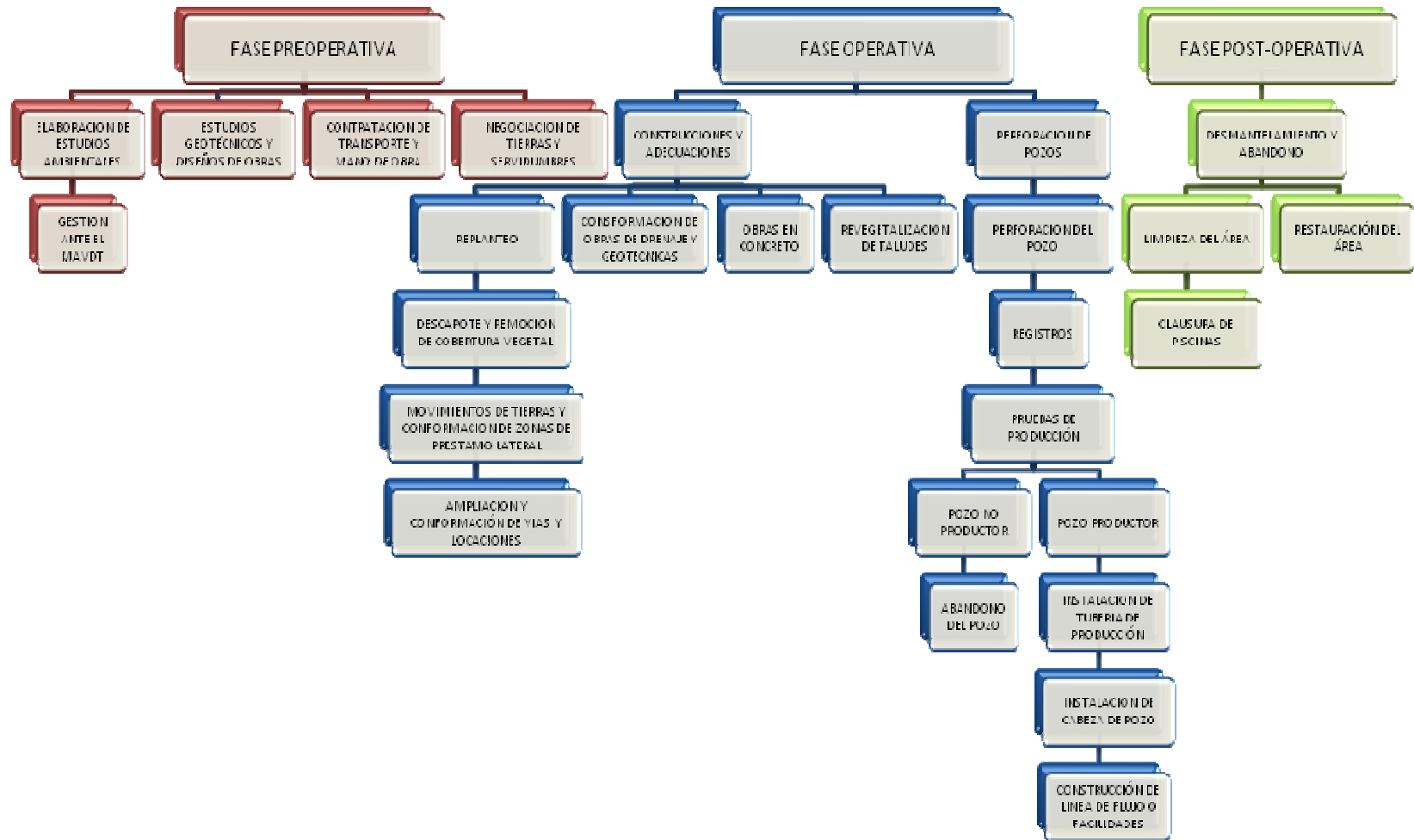
- Estudios ambientales y Diseños de Obras Civiles. La etapa preliminar de los trabajos de perforación exploratoria corresponde a los estudios para la obtención de la Licencia Ambiental, que lleva implícitos los permisos para uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales. Una vez obtenida la licencia ambiental y establecidos los diseños finales, se inicia la fase operativa del proyecto.
- Negociación de tierras y obtención de permisos. Una vez obtenidos los permisos ambientales y conciliados los diseños finales se adelanta la fase de negociación de tierras y obtención de permisos (negociación de servidumbres) para adelantar las labores de obras civiles y posterior perforación en las locaciones multipozo

❖ **Etapas Operativas:** Incluye las actividades relacionadas con las obras civiles requeridas para el acceso al área y la perforación en sí misma; el traslado y montaje del taladro y la perforación del pozo. Al llegar a la formación objetivo se realiza la toma de registros eléctricos y se adelantan las pruebas de producción para evaluar el potencial del pozo (paralelamente se instala una línea de flujo provisional); si los resultados son promisorios se realizará el completamiento del

pozo y se conectará a una línea de flujo definitiva, la cual habrá sido construida al terminar las pruebas.

- Construcción de accesos y localizaciones. La etapa constructiva para cada una de las plataformas tendrá diversas duraciones dependiendo de la longitud de los accesos, y contempla el replanteo, los movimientos de tierras, la conformación de áreas y la construcción de obras de arte. En general, la duración de las obras civiles (locación y vía de acceso) se estima entre 60 y 90 días.

Figura 3. Flujoograma de actividades para un proyecto de perforación exploratoria.



Fuente:

- Etapa de perforación. Una vez terminada la obra civil se adelanta la etapa de perforación de pozos cuyas profundidades estarán entre 7000 pies y 9000 pies aproximadamente y se esperan características similares para las 10 locaciones multipozo de perforación exploratoria.
- Pruebas de producción. La fase de pruebas de producción se adelanta una vez se llegue a la Formación objetivo y se hayan obtenido los registros eléctricos donde se definan los horizontes de la formación a probar. Esta etapa se alcanza al final de la perforación y se extiende, según el interés de la empresa por varias semanas. Las pruebas cortas tendrán una duración estimada de 60 días y las pruebas largas oscilarán entre 4 y 6 meses dependiendo del yacimiento y los fluidos producidos.

❖ Etapa Post-Operativa: Finalizadas las actividades de la etapa operativa, y evaluados los resultados, se procede al desmonte del taladro. El área del contrapozo se limpia, se retiran residuos remanentes y se hace una limpieza general de la locación. Aún cuando el pozo sea productor, el área debe ser desmantelada y solo quedaría el cabezal de producción y la línea de flujo, así como el área libre para los trabajos en pozo.

- Desmantelamiento y abandono: Corresponde a la fase final del proyecto y comprende la desmovilización de equipo y restauración del área intervenida.

2.2.2 Infraestructura Existente. Se describen a continuación las obras y actividades existentes en el área del caso de estudio “Bloque VMM2” y posteriormente se presentan las características técnicas de las obras y actividades proyectadas

2.2.2.1 Vías e infraestructura asociada: tipo y estado. El Bloque VMM2 cuenta con una superficie de 28.085 ha en jurisdicción de los Municipios de Aguachica, Río de Oro, y Gamarra, todos pertenecientes al Departamento del Cesar.

Para acceder al Bloque VMM2 se puede llegar en vuelo comercial de las aerolíneas Aires, Avianca, Satena y Aerorepública a la Ciudad de Bucaramanga, que es más cercana a dichos municipios que la Capital del Departamento de Cesar, Valledupar. Desde Bogotá se arriba al aeropuerto de Palonegro en un vuelo que demora entre 35 y 45 minutos. A continuación se realiza desplazamiento vía terrestre, tomando hacia el norte, donde se accede a los municipios de San Martín, Aguachica, Río de Oro y Gamarra, Departamento del Cesar. Hasta el Municipio de San Martín el recorrido por tierra toma 4 horas, ubicado fuera del área de estudio en el sur, pero se puede tomar como indicativo del ingreso al área del proyecto exploratorio.

- **Vía aeropuerto de Palo Negro de Bucaramanga, Santander – Aguachica, Cesar.** Desde el aeropuerto Palonegro de la Ciudad de Bucaramanga, se toma la ruta I-66 hacia el norte, que es una vía pavimentada con capa de rodadura en asfalto, con doble sentido, en buenas condiciones, topografía ondulada y bien señalizada, dicha ruta se dirige hacia la Ciudad de Barrancabermeja, por lo que se hace necesario tomar un desvío a la altura de la abscisa K66+817 hacia la derecha, tomando la ruta I-45 hacia el norte.

Esta vía, con anchos que van de los 6.00 m a los 9.00 m, se encuentra en buenas condiciones, cuenta con pavimento flexible, con doble sentido, topografía levemente ondulada y bien señalizada en todo su recorrido hasta el municipio de Aguachica, Cesar, por esta ruta se puede arribar a la ciudad de Santa Marta, en el Departamento del Magdalena. En la abscisa K179+584 se arriba al municipio de San Martín Cesar, se continúa por la misma ruta por otros 37.44 Km y a la altura de la abscisa K217+026 se llega al municipio de Aguachica.

El sistema vial con el que cuenta el interior del bloque exploratorio VMM2, está compuesto por vías que se clasifican en vías municipales, veredales y vías informales, tales como carretables de verano creadas por los propietarios de fincas de la región, las cuales son difíciles de recorrer en época de invierno. En la **Tabla 4**, se numeran las vías que hacen parte del Bloque VMM2.

Tabla 4. Clasificación de las vías que acceden al Bloque VMM2.

NOMBRE DE LA VÍA	TRAMO	TIPO DE VÍA
Vía de acceso 1. Ruta I45 – Corregimiento Barranca Lebrija.	De K0+000 a K6+168	Un carril (angosta). Pavimento Transitable todo el año.
	De K6+168 a K19+331	Dos o más carriles. Afirmado. Transitable todo el año.
	De K19+331 a K25+601	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
Vía de acceso 2. Ruta I45 – Corregimiento de Puerto Patiño.	De K0+000 a K1+286	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
	De K1+286 a K3+640	Un carril (angosta). Pavimento Transitable todo el año.
	De K3+640 a K16+646	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
Vía de acceso 3. Ruta I45 – Vereda El Juncal.	Total	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
Vía de acceso 4. Ruta I45 – Vereda Loma de Corredor.	De K0+000 a K11+694	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
	De K11+694 a K14+078	Un carril (angosta). Rasante. Transitable solo en tiempo seco.
Vía de acceso 5. Ruta I45 – Corregimiento de Puerto Mosquito, Gamarra Cesar.	De K0+000 a K5+479	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
	De K5+479 a K15+325	Un carril (angosta). Rasante. Transitable solo en tiempo seco.
	De K15+325 a K20+457	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
Vía de acceso a la finca El Indio.	Total	Un carril (angosta). Rasante. Transitable solo en tiempo seco.
Vía de acceso 6. Ruta I45 – Finca El Pijao, Vereda Buturama.	De K0+000 a K1+781	Un carril (angosta). Pavimento Transitable todo el año.
	De K1+781 a K3+840	Un carril (angosta). Afirmado. Transitable todo el año.
	De K3+840 a K8+706	Un carril (angosta). Rasante. Transitable solo en tiempo seco.
Vía de acceso 7. Ruta I45 – Rio de Oro.	Total	Una o más calzadas. Dos o más carriles. Pavimento. Transitable todo el año

NOMBRE DE LA VÍA	TRAMO	TIPO DE VÍA
Vía de acceso 8. Ruta I70 – I45, noreste del bloque.	Total	Un carril (angosta). Rasante. Transitado solo en tiempo seco.
Vía de acceso 9. Ruta I45 - Gamarra.	Total	Una o más calzadas. Dos o más carriles. Pavimento. Transitado todo el año
Vía de acceso 10. Ruta Gamarra-Vereda Buturama, Aguachica Cesar.	Total	Un carril (angosta). Afirmado. Transitado todo el año.

Fuente: Tomado de GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Se destaca los accesos al Bloque por la ruta I45, I70 y un acceso por el sur de la cabecera Municipal de Aguachica (Cesar). Dichos accesos cubren en buena proporción el Bloque, permitiendo acceder a varias zonas de la región. A continuación se describirán uno a uno los accesos.

- **Vía de acceso 1. Ruta I45 – Corregimiento Barranca Lebrija.** Este ramal permite el acceso al sur del Bloque VMM2 hasta el corregimiento de Barranca Lebrija, jurisdicción de Aguachica. Partiendo de la abscisa K189+395 de la vía I45, que corresponde al punto conocido como Morrison. Es una vía con longitud de 25.60 Km, de los cuales el 24.09% (6.17 Km) está constituida por un pavimento flexible en regulares condiciones, que presenta algunos sectores con piel de cocodrilo; tiene un ancho de 6.00 m, con una topografía relativamente plana y con cierta señalización. El tramo restante, el 75.91% (19.43 Km), está constituido por un afirmado en material granular a nivel, en regulares condiciones, con un ancho de calzada que varía entre los 3.5 m y los 6.00 m, topografía regularmente plana y con poca señalización.

- **Vía de acceso 2. Ruta I45 – Corregimiento de Puerto Patiño.** Esta vía permite el acceso al centro del Bloque VMM2 hasta el corregimiento de Puerto Patiño, jurisdicción de Aguachica. Esta vía empieza en la abscisa K192+640 de la I45, esta vía tiene una longitud de 16.64 Km; está constituida por un afirmado en material granular, en regulares condiciones, con un ancho de calzada que varía entre los 3.80 m y los 5.00 m, topografía regularmente plana y sin señalización. De

esta vía, además de desprenden algunos ramales de menores especificaciones. En el K4+300 de esta vía, existe una bifurcación vial, la cual permite el acceso al Corregimiento de Puerto Patiño. Esta es una vía no formal, tal como se muestra en la **Fotografía 1** y **Fotografía 2**, la cual presenta huellas de automotor en buenas condiciones, con un ancho de 3.50 m. Este corredor permite el ingreso a algunas fincas y haciendas de la región, con una longitud de 7.44 Km.

Fotografía 1 Vía ramal, acceso a Puerto Patiño E 1,049,400 N 1,389,547



Fotografía 2 Vía ramal, acceso a Puerto Patiño E 1,049,334 N 1,389,723



Fotografía 3 Vía ramal, acceso a Campo Doña María E 1,044,482 N 1,387,618



Fotografía 4 Vía ramal, acceso a Campo Doña María E 1,040,704 N 1,386,784



Fuentes Fotografías 1-2-3-4 : Los Autores

A la altura del K12+900 hay una bifurcación, donde la vía a la derecha se dirige hacia Campo Doña María. Es una vía en afirmado granular en buenas condiciones, con capa vegetal en la franja central, un ancho de 3.50 m y un trayecto de 5.5 Km. En la **Fotografía 3** y **Fotografía 4**, se muestran características de la vía.

- **Vía de acceso 3. Ruta I45 – Vereda El Juncal.** Esta vía de acceso a la vereda El Juncal, presenta un puente deteriorado, que no permite el paso de vehículos al bloque. Esta vía en buenas condiciones, podría permitir el acceso al Bloque VMM2 en vehículo. Esta vía empieza en la abscisa K203+842 de la I45. Es una vía en afirmado granular a nivel, en regulares condiciones, con un ancho de 5.00 m, hasta la estructura que cruzaba la quebrada Peralonso tiene una longitud de 4.35 Km. En la **Fotografía 5** y **Fotografía 6**, se muestran características de la vía.

Fotografía 5 Aspecto del puente sobre la Quebrada Peralonso en el K4+350



Fotografía 6 Puente colapsado sobre la Quebrada Peralonso E 1,049,117 N 1,394,898



Fuente: Los Autores

- **Vía de acceso 4. Ruta I45** – Vereda Loma de Corredor. Este ramal permite el acceso al bloque por el sector de la vereda Loma de Corredor y en época seca permite el ingreso hasta el Corregimiento de Loma de Corredor. Esta vía empieza su recorrido en la abscisa K206+999 de la ruta I45.

Es una vía con una longitud de 14.08 Km, en afirmado granular a nivel, en regulares condiciones, topografía relativamente plana, con anchos de varían entre los 3.50 m y 5.00 m, poca señalización y tramos de vía deteriorados por mal manejo de aguas superficiales.

- **Vía de acceso 5. Ruta I45** – Corregimiento de Puerto Mosquito, Gamarra. Este acceso permite llegar al Corregimiento de Puerto Mosquito. Esta vía empieza su recorrido en la abscisa K206+999 de la I45. Es una vía con una longitud de 20.46 Km, en afirmado granular a nivel, en regulares condiciones, topografía relativamente plana, con anchos de varían entre los 3.50 m y 5.00 m, poca señalización y tramos de vía deteriorados por mal manejo de aguas superficiales.

En el K8+700 se encuentra una bifurcación de la vía, desprendiéndose una vía al norte, hacia la Finca El Indio (perteneciente a la Vereda Buturama), al sur Hacienda El Madrigal, al oeste el Corregimiento de Puerto Mosquito y al este, la Ruta I-45. En la **Fotografía 7** a la **Fotografía 8**; se muestran características de este acceso, que es una vía de 3.71 Km con tramos en afirmado compuesto por material granular a nivel y vía no formal con presencia de huellas de automotor, en buenas condiciones, con anchos que oscilan entre los 3.50 m y los 5.00 m.

Fotografía 7 Vía de acceso a la Finca El Indio E 1,045,135 N 1,397,310



Fotografía 8 Finca El Indio. E 1,043,852 N 1,400,178



Fuente: Los Autores

- **Vía de acceso 6. Ruta I45 – Finca El Pijao, Vereda Buturama.** Esta vía permite acceder a la Finca El Pijao, al sureste de la Vereda Buturama. Esta vía empieza su recorrido en la abscisa K210+823 de la I45. Es una vía con una longitud de 8.71 Km, con tramos intermitentes de afirmado granular a nivel, en regulares condiciones, con ancho que oscilan entre los 3.50 m y los 5.00 m, y un tramo de vía no formal con presencia de huellas de automotor, con anchos que varían entre los 3.00 m y los 4.00, en regulares condiciones
- **Vía de acceso 7. Ruta I45 – Rio de Oro.** Esta vía permite el acceso al noreste del Bloque VMM2 y al Municipio de Rio de Oro (Cesar). Se referencia su inicio en la abscisa K212+250 de la I45. Es una vía con una longitud de 42.19 Km, con anchos que oscilan entre los 5.00 m y los 9.00 m, pavimentada con capa de rodadura en asfalto, con doble sentido, en buenas condiciones, topografía altamente ondulada y bien señalizada.
- **Vía de acceso 8. Ruta I70 – I45, noreste del bloque.** Este acceso se desprende de la Ruta I70, toma hacia el sur, pasando por el sector noreste del Bloque VMM2 y arribando a la Ruta I45. Es una vía con una longitud de 8.23 Km,

con anchos que oscilan entre los 3.50 m y los 4.50 m, en afirmado a nivel conformado por un material granular, en regulares condiciones, topografía levemente ondulada.

- **Vía de acceso 9. Ruta I45 - Gamarra.** Por la ruta de acceso este municipio se puede al sector del noroeste del bloque. Este acceso se desprende de la Ruta I45, toma hacia el noreste, pasando por la cabecera municipal de Aguachica y posteriormente al municipio de Gamarra. Su inicio se referencia en la abscisa K212+250 del abscisado de la I45. Es una vía de doble sentido, permite el tránsito de vehículos pesados, con una longitud de 19.00 Km, tiene un ancho de 6.00 m, pavimento asfáltico en regulares condiciones, topografía levemente ondulada y carece de señalización.

Vía de acceso 10. Ruta Gamarra-Vereda Buturama, Aguachica Cesar. Este acceso, el cual se desprende de la ruta que desde la I45 se dirige hacia el municipio de Gamarra, accede al noroeste del Bloque VMM2 en la Vereda Buturama de Aguachica. Su inicio se referencia en la abscisa K3+973 del abscisado propuesto en la descripción de la vía que va hacia Gamarra. Es una vía con una longitud de 17.52 Km, con anchos que oscilan entre los 3.50 m y los 6.00 m, en afirmado granular a nivel conformado por material granular, en regulares condiciones, topografía levemente ondulada.

Al noroeste y al oeste del Bloque VMM2 se encuentra un sistema de ramales viales tipo 5 que corresponden a carretables en época de verano.

- **Estructuras de drenaje.** En todo el Bloque VMM2, se tienen como estructuras de drenaje de las vías, alcantarillas sencillas y dobles de 16", 24" y 36", box Couvert con cajones de diferentes dimensiones, pontones y puentes de diferentes luces y materiales de construcción; en las vías de acceso a esta área, las cuales funcionan adecuadamente y se encuentran en buen número (ver **Fotografía 9** a la

- **Fotografía 16).**

Fotografía 9 Alcantarilla doble de 36". E 1,055,830 - N 1,403,928



Fotografía 10 Alcantarilla sencilla de 36". E 1,048,150 - N 1,390,110



Fotografía 11 Puente en concreto reforzado. E 1,052,177 - N 1,403,483



Fotografía 12 Alcantarilla sencilla de 16". E 1,046,057 - N 1,379,662



Fotografía 13 Alcantarilla sencilla de 24". E 1,045,089 - N 1,379,515



Fotografía 14 Box Couvert en concreto 1.00 x 1.00m. E 1,051,985 - N 1,387,913



Fotografía 15 Puente en concreto reforzado. E 1,047,249 - N 1,397,178



Fotografía 16 Puente combinado; concreto reforzado y tubería metálica. E 1,045,480 N 1,397,174



Fuentes de las fotos: Los Autores

Dado que la localización de las plataformas multipozos dependerá de las restricciones de la zonificación ambiental y de manejo establecidas en el EIA y autorizado por la autoridad ambiental competente, en el momento de establecer el sitio puntual para la localización de una plataforma se deberá realizar un estudio especializado de las cargas a las que serán expuestas dichas estructuras, para establecer la necesidad de reforzamientos, los cuales serán presentados en el PMA correspondiente a cada plataforma.

El alineamiento vertical de las vías existentes es totalmente plano en todo su recorrido, por lo que no se hacen necesarias actividades encaminadas a realineamientos, excepto en sitios puntuales, en donde por la construcción de estructuras de drenaje, la rasante sube abruptamente, haciendo necesario la conformación de aproches para minimizar la pendiente en estos sitios, de lo contrario, las tractomulas y cama bajas se atascarían en éstos. Esta actividad, consiste básicamente en aplicar una capa de rodadura con un espesor mayor en la entrada y salida de las estructuras para minimizar la pendiente. En la **Tabla 5** se relacionan todas las estructuras de drenaje existentes en el Bloque VMM2.

Tabla 5. Estructuras de drenajes existentes en el Bloque VMM2.

VÍA DE ACCESO 1. RUTA I45 – CORREGIMIENTO BARRANCA LEBRIJA				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K3+667	E 1,055,156	N 1,383,726	Puente Metálico.
2	K17+747	E 1,046,057	N 1,379,662	Alcantarilla sencilla de 16".
3	K18+734	E 1,045,089	N 1,379,515	Alcantarilla sencilla de 24".
4	K21+231	E 1,043,092	N 1,378,638	Alcantarilla sencilla de 24".
5	K22+378	E 1,042,042	N 1,378,515	Alcantarilla sencilla de 16".
VÍA DE ACCESO 2. RUTA I45 – CORREGIMIENTO DE PUERTO PATIÑO				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K5+155	E 1,051,985	N 1,387,913	Box Couvert en concreto reforzado 1.00 x 1.00 m.
2	K5+536	E 1,051,611	N 1,387,876	Box Couvert en concreto reforzado 0.70 x 0.30m.
3	K8+317	E 1,048,912	N 1,388,269	Box Couvert en concreto reforzado de 0.60 x 0.60m.
VÍA DE ACCESO 3. RUTA I45 – VEREDA EL JUNCAL.				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K4+350	E 1,049,117	N 1,394,898	Puente colapsado.
VÍA DE ACCESO 4. RUTA I45 – VEREDA LOMA DE CORREDOR				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K6+467	E 1,047,770	N 1,396,731	Box Couvert en concreto reforzado de 3.00 x 3.00 m.
2	K7+601	E 1,046,959	N 1,395,986	Box Couvert en concreto reforzado de 3.00 x 2.00 m
3	K12+437	E 1,043,555	N 1,393,561	Box Couvert 4.00 x 3.00 m h= 0.60 m
VÍA DE ACCESO 5. RUTA I45 – CORREGIMIENTO DE PUERTO MOSQUITO, GAMARRA CESAR				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K6+642	E 1,047,249	N 1,397,178	Puente en concreto reforzado.
2	K8+392	E 1,045,480	N 1,397,174	Puente en tubería metálico y concreto reforzado.
3	K9+955	E 1,043,918	N 1,397,181	Puente Metálico.
4	K11+138	E 1,042,735	N 1,397,186	Alcantarilla triple de 16".

5	K11+614	E 1,042,260	N 1,397,191	Box Couvert en concreto reforzado, 1.00 x 0.80 m.
6	K12+075	E 1,041,798	N 1,397,189	Box Couvert en concreto reforzado, 2.00 x 1.00 m.
7	K15+325	E 1,039,783	N 1,398,765	Alcantarilla sencilla de 36".
8	K15+467	E 1,039,761	N 1,398,757	Alcantarilla sencilla de 36".
VÍA DE ACCESO 6. RUTA I45 – FINCA EL PIJAO, VEREDA BUTURAMA.				
No presenta ninguna obra de drenaje en su trayecto.				
VÍA DE ACCESO 7. RUTA I45 – RIO DE ORO.				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K4+591	E 1,055,830	N 1,403,928	Alcantarilla doble de 36".
VÍA DE ACCESO 8. RUTA I70 – I45, NORESTE DEL BLOQUE.				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K0+000	E 1,055,830	N 1,403,928	Alcantarilla doble de 36".
2	K1+813	E 1,055,593	N 1,402,322	Alcantarilla doble de 24".
VÍA DE ACCESO 9. RUTA I45 - GAMARRA.				
No se encuentra dentro del bloque exploratorio.				
VÍA DE ACCESO 10. RUTA GAMARRA-VEREDA BUTURAMA, AGUACHICA CESAR.				
ÍTEM	ABSCISA	COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
		ESTE	NORTE	
1	K12+753	E 1,042,250	N 1,402,236	Puente en concreto reforzado.
2	K13+371	E 1,042,205	N 1,401,623	Puente en concreto reforzado.
3	K14+305	E 1,042,118	N 1,400,789	Box Couvert en concreto reforzado 2.00 x 1.50 m.
4	K14+398	E 1,042,057	N 1,400,719	Box Couvert 1.50 x 1.50 m.
5	K14+610	E 1,041,876	N 1,400,609	Box Couvert en concreto reforzado 2.00 x 0.80 m.
6	K14+650	E 1,041,843	N 1,400,589	Box Couvert en concreto reforzado 1.00 x 0.80 m.
7	K14+753	E 1,041,752	N 1,400,539	Box Couvert en concreto reforzado 1.00 x 0.80 m.
8	K14+843	E 1,041,678	N 1,400,489	Alcantarilla sencilla de 36".
9	K14+909	E 1,041,628	N 1,400,447	Alcantarilla sencilla de 36".
10	K15+257	E 1,041,417	N 1,400,172	Alcantarilla sencilla de 36".
11	K17+515	E 1,039,783	N 1,398,765	Alcantarilla sencilla de 36".

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

2.2.2.2 Propuesta de adecuación. Se debe tener en cuenta que en el estudio de caso para el Bloque VMM2, no se tuvo definición de áreas de interés o sitios de ubicación específicos para las plataformas, por ende el Estudio de Impacto Ambiental realizado fue planteado por zonificación ambiental y de manejo. Por lo anterior, las propuestas de adecuación de vías y la ubicación de los sitios donde se realizarán las actividades constructivas necesarias para la perforación exploratoria, con sus respectivas vías de acceso, los corredores para los tendidos de líneas de flujo y demás obras y actividades generales a desarrollar, tendrán como criterio lo establecido en la zonificación de manejo.

a) **Tramos de vía a readecuar.** Como se pudo apreciar en la descripción de las vías existentes en el Bloque VMM2, la cobertura es completa pero no suficiente, además se encuentran sectores donde los corredores están conformados por huellas de vehículos que se generaron por el tránsito de automotores de los propietarios de fincas y haciendas, los cuales en época de invierno no garantizan una movilidad apta para vehículos pesados. En dichos ramales es necesaria la implementación de un terraplén conformado por préstamo lateral, con el fin de elevar el nivel de la banca para evitar la inundación de la vía y con este procedimiento mitigar también la creación de baches sobre la misma, además se deben considerar las especificaciones para el paso de vehículos de tránsito pesado. En los sitios donde se encuentren bajos y drenajes naturales es necesario implementar obras de drenaje; que sirvan de conexión entre un punto y otro; con el fin de no perder el equilibrio de las zonas húmedas que se encuentren en los laterales de la vía y mantener la vía en buenas condiciones de uso, mitigando el estar interviniendo la vía en épocas lluviosas, puesto que estos pequeños cuerpos de agua pueden afectar la banca de la vía y deteriorar el terraplén.

En algunos tramos de vías a nivel y capa de rodadura en material granular, se debe efectuar una readecuación, que consiste básicamente en el arreglo puntual de baches, pues las condiciones de estas vías son adecuadas, tienen ancho

promedio de 5 m, estructuras de drenaje como puentes, pontones, box Culvert y alcantarillas en perfecto estado estructural que sólo requieren mantenimiento preventivo y limpieza durante el desarrollo de actividades, la topografía es totalmente plana y no existen curvas que no cumplan con las especificaciones geométricas.

b) **Movimiento de Tierras.** La adecuación de tramos de vía existentes no requiere movimientos de tierra, pues las condiciones topográficas, hacen que en caso de ser necesario, solo se tenga que tener equipo de carretera básico para perfilar la vía existente, acopiar, extender y compactar la nueva capa de rodadura con las especificaciones descritas. El movimiento mayor, se tendrá que hacer en tramos a construir en donde se incluyen las vías existentes que solo se pueden usar en verano por sus precarias especificaciones técnicas.

También se presentarán movimientos de tierra en sitios donde se planeen construir obras como bahías de estacionamiento o levantamiento de tramos en terraplén. Se debe tener en cuenta en este ítem, el descapote de las zonas que se requiera intervenir por ejemplo en ampliación de curvas o del ancho de la calzada y en los mismos corredores que por la falta de uso y mantenimiento hayan sido invadidas por el pasto.

c) **Sub-base granular.** Para conformar la superficie de rodadura se colocaría una capa de sub-base granular con espesor de 0.15 m en promedio, en los tramos a readecuar, en todo el ancho de vía efectivo.

La colocación y compactación de la capa de rodadura debe efectuarse siguiendo las Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de vías de acceso del sector de hidrocarburos, las cuales se determinaran detalladamente en los respectivos documentos de diseño de obras para cada proyecto.

d) **Bahías de estacionamiento.** En el recorrido de la vía a readecuar, se deben construir bahías de estacionamiento con las dimensiones necesarias para el parqueo de una tractomula, con el fin de evitar conflictos en la circulación cuando se encuentren los equipos en contravía, las cuales se ubicaron cada determinada distancia que se establecerá en el diseño específico de cada proyecto con base en elementos como la visibilidad de la vía, tipo y número de cargas a transportar, duración del proyecto, entre otros, alternadas en un costado y otro de la vía.

e) **Almacenamiento de material vegetal.** Sobre los tramos de vía a readecuar, si es del caso, sólo será necesario realizar actividades de descapote muy bajos, por lo que solo se requiere un almacenamiento provisional de la capa vegetal resultante de esta actividad mientras es utilizado en la revegetalización de los taludes del área de préstamo lateral y de las zonas intervenidas. No se requiere la conformación de ZODMEs.

f) **Señalización preventiva.** A largo de las vías donde se realicen actividades de mantenimiento y restauración, se instalaran señales preventivas e informativas y en caso de ser necesario, se contará con personal encargado de controlar el tránsito si se presentan restricciones por dichas obras.

Se instalarán señales de tránsito para indicar la vía de acceso a las plataformas e informar los elementos y restricciones presentes a lo largo de la vía. Estas deben cumplir con las especificaciones técnicas y cantidad determinadas en los diseños específicos de las obras civiles.

Esta señalización y el personal encargado del manejo del tránsito como paletteros, deberán cumplir las especificaciones técnicas y las políticas de seguridad industrial, para evitar accidentes del personal de la compañía y de los habitantes de la región.

g) **Uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales e infraestructura asociada.** En el proceso de adecuación de las vías de acceso existentes, no se requiere de un aprovechamiento considerable de los recursos naturales como el agua, recurso forestal, recurso aire, entre otros, pues se trata de adecuar vías que ya están construidas y solo se realizará mantenimientos puntuales de estas.

Un aprovechamiento considerable, es el que se realizaría en el caso de construcción de nuevos tramos de vía, de locaciones o líneas flujo, los cuales se describen más adelante en el capítulo de uso y aprovechamiento para las construcciones nuevas.

2.2.2.3 Infraestructura petrolera: tipo, estado y empresa operadora. El Bloque VMM2, asignado a VETRA E&P COLOMBIA S.A.S. por la ANH, cuenta con campos aledaños en el área, donde los más cercanos son Ángeles, Tisquirama, Caimán, Santa Lucía, Doña María, Barranca Lebrija, Serafín y San Roque. Entre los campos actualmente en producción de mayor importancia se encuentran: Fortuna, Tisquirama A-B Tisquirama, Buturama, Barranca-Lebrija y Bolívar.

Pozos

En el Bloque VMM2 se han perforado 7 pozos identificados, además de una (1) plataforma de perforación que se encuentra inactiva. Cuenta con entradas de seguridad, equipo de levantamiento artificial y cercas alrededor de estas. La mayoría de estos fueron perforados en los años cincuenta y sesenta. Los pozos se encuentran localizados en la **Tabla 6.**

Tabla 6. Localización de los pozos dentro del Bloque VMM2.

POZOS	ESTADO	CONTRATO /EMPRESA OPERADORA	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
			ESTE (X)	NORTE (Y)

POZOS	ESTADO	CONTRATO /EMPRESA OPERADORA	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
			ESTE (X)	NORTE (Y)
Trigos Este	Abandonado	Contrato Asociación Gamarra	E 1,043,864	N 1,406,148
Laurel 1	Abandonado	Harken de Colombia	E 1,041,126	N 1,399,456
Cascabela 1	Abandonado	Contrato Aguachica	E 1,052,424	N 1,403,216
Trigos 1	Abandonado	Internacional Petroeua Colombia	E 1,041,120	N 1,399,612
Querubín 1	Abandonado	N/I	E 1,055,065	N 1,384,478
Los Ángeles 12	Abandonado	N/I	E 1,054,963	N 1,384,265
Plataforma de perforación Catalina	Inactivo	N/I	E 1,042,825	N 1,405,553
Campo María	Inactivo	Petronorte	E 1,040,704	N 1,386,784
Mosquito	Abandonado	Contrato Asociación Gamarra	E 1,041,110	N 1,396,000
NN2 (Finca El Diablo)	Abandonado	N/I	E 1,043,262	N 1,405,651
NN4 (Finca El Líbano)	Abandonado	N/I	E 1,044,539	N 1,406,547

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

2.2.3 Actividades a Desarrollar. A continuación se describen las principales características y especificaciones técnicas de las obras requeridas y actividades para el Bloque VMM2, programadas para la perforación de pozos, la instalación y operación de los equipos de facilidades tempranas de producción, líneas de flujo y demás infraestructura proyectada.

Teniendo en cuenta las limitaciones y recomendaciones de tipo técnico y ambiental para la ubicación de los sitios de perforación, se busca ubicar las posibles plataformas en zonas intervenidas, cerca de vías ya construidas y con topografía lo más plana existente, para evitar en lo posible la intervención de nuevas áreas. En la selección de las áreas destinadas para la construcción de plataformas y los respectivos corredores de vías de acceso y tendidos de líneas de flujo, se busca la mejor ubicación, teniendo en cuenta las condiciones ambientales de cobertura vegetal, la red natural de drenajes, los aspectos de relieve, geología, geomorfología y geotecnia, los aspectos sociales y los requerimientos de área para su construcción.

2.2.3.1 Vías de acceso al área y a las plataformas. De acuerdo con la descripción de vías existentes en el área del bloque VMM2, se puede concluir que las condiciones de las nuevas vías a construir se podrán ver afectadas durante la época de invierno y para acceder a cualquier sitio será necesario conformar vías en terraplén, con especificaciones exigentes para garantizar la entrada y salida de equipos en condiciones normales.

Inicialmente, se tratará de utilizar la infraestructura existente sin embargo, será necesaria la construcción de nuevos corredores de acceso hacia las plataformas que se construyan, los cuales se proyectarán por zonas intervenidas, minimizando el aprovechamiento forestal, el descapote y otras actividades; se ubicarán de modo tal que se encuentren cerca de las vías existentes, para que las longitudes máximas sean del orden de 3Km.

La intervención del corredor para la construcción de vías de acceso estará en los 25 m aproximadamente, debido a que para la conformación del terraplén, se deben considerar además del ancho de la banca, el espacio del corredor de préstamo lateral, la berma sobre la que se desplaza la retroexcavadora, el área en proyección de los taludes del terraplén y el corredor de acopio del descapote.

Para evitar la intervención de áreas adicionales, los diseños y la construcción de vías de acceso, líneas de flujo y plataformas multipozos, se deberán hacer con movimiento de tierras compensado; lo que significa que el volumen de material de corte deberá ser igual al de material de relleno.

De esta manera, el material que se debe llevar a las zonas para la disposición de material sobrante de las excavaciones – ZODMES, será mínimo o inexistente, en cada una de las plataformas y vías de acceso a construir.

También es de aclarar, que todo el material producto del corte de excavación en el corredor del préstamo lateral es utilizado en la conformación del terraplén.

- Obras de Drenaje y Estructuras Típicas Necesarias. Se prevé la ocupación de cauces sobre cuerpos de agua y en aquellos sitios que cuenten con obras de arte deterioradas, las cuales se encontraron durante el trabajo de campo; los cuales son intermitentes y posiblemente drenajes de invierno, pero si los cuales no son tratados se corre el riesgo de daño de las vías que se adecuan y de las vías que se pretenden construir, dicha agua interactúa en la vía ocasionando erosión sobre la banca, permitiendo que la capa de rodadura se lave generando baches y colchones de agua y haciendo imposible el tránsito de cualquier tipo de vehículo al área.

Los cruces de cauces necesarios en la construcción de las vías de acceso en diferentes sectores de las áreas de interés, se construirán estructuras que cumplan puntualmente con el drenaje del caudal particular.

Las posibles obras a construir en los cruces de cuerpos de agua son bateas, alcantarillas sencillas, dobles y demás de 24" y 36" y box coulvert, con sus respectivos descoles y encoles, además de obras de arte como cunetas en tierra o recubiertas de concreto a lo largo de las vías. El diseño definitivo con dimensiones y especificaciones de las obras en cada sitio puntual, se realizará de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio hidráulico detallado.

Para el drenaje de terraplenes que haya que construir, se requerirá adicionalmente la construcción de sub-drenes en sectores mal drenados y cunetas laterales que faciliten la evacuación de las aguas de esorrentía. En la **Tabla 7**, se especifican las obras de drenaje necesarias para la construcción de vías, las cuales se definirán en el momento de contar con los diseños definitivos.

Tabla 7. Obras de drenaje y estructuras típicas necesarias para las vías de acceso a locaciones.

OBRA O ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN APROXIMADA
Alcantarillas sencillas, dobles o triples de 36" de diámetro.	En los sitios de cruce de pequeños drenajes de aguas lluvias y en otros puntos para el drenaje de la banca. También se requiere construir dichas estructuras cada cierta distancia en los tramos de terraplén para permitir el drenaje natural de un lado al otro de la vía, pues de no hacerlo, en tiempo de lluvias, este actuará como un dique y el nivel del agua puede llegar a pasar por encima de la vía.
Box Coulvert con dimensiones del orden de 1.0 m por 1.0 m a 2.0 por 2.0 m	En sitios de cruce de cuerpos de agua como caños y pequeñas quebradas.
Cunetas laterales a lo largo de la vía	En tierra, cuando la pendiente longitudinal sea menor al 8%. En caso de construir tramos la vía con pendiente superior a 8%, sus cunetas se deberán recubrir con concreto para evitar la erosión a lo largo de la vía.
Descoles	Se pueden conformar en tierra, en sectores donde la pendiente transversal sea suave y revestidas en sacos de suelo – cemento, piedra pegada o concreto, en lugares donde la pendiente transversal sea muy pronunciada.
Drenes sub-superficiales	En sectores donde el nivel freático se encuentre cercano a la superficie del terreno.
Pontones en concreto reforzado con luz libre de 10 a 15 m. o bateas de concreto con tubos de alcantarilla.	En el sitio de cruce de quebradas o Ríos.

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

- Zonas de Disposición de Sobrantes de Excavación (ZODMES). Como se mencionó anteriormente en la descripción del proyecto, los diseños de vías de acceso, líneas de flujo y plataformas para la perforación de pozos, se realizarán previendo movimientos de tierra compensados para evitar la intervención de áreas de manera innecesaria. Sin embargo, durante la etapa de construcción será necesario contar con ZODMES temporales, que se podrán ubicar a lo largo del mismo corredor. Estas áreas deberán ser avaladas por la interventoría ambiental, estarán ubicadas en sitios geotécnicamente estables y de escasa cobertura vegetal; en estos sitios se tomarán las medidas necesarias para evitar la propagación de materiales térreos hacia áreas adyacentes y el transporte de

materiales hacia los drenajes naturales, con la toma de medidas como la instalación de sacos rellenos de suelo para acordonar el material con el fin de impedir su dispersión.

Las áreas en las cuales se van a ubicar los ZODMES serán elegidas de acuerdo con la zonificación ambiental y corresponderán a las mismas intervenidas por el proyecto. Los futuros sitios para la disposición de estériles se podrán ubicar en predios que deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Topografía con pendiente moderada a plana preferiblemente sobre una microcuenca con drenajes intermitentes y de bajo caudal.
- Mantener una franja de protección de al menos 30 metros de distancia de fuentes hídricas.
- El sitio seleccionado deberá localizarse a una distancia de al menos 500 metros de un afloramiento de aguas subterráneas (nacedero).
- El predio deberá estar desprovisto de vegetación arbórea.
- Localizarse cerca de una vía de acceso.

Una vez seleccionado el predio para la disposición de materiales estériles, se tendrán en cuenta entre otras las siguientes consideraciones:

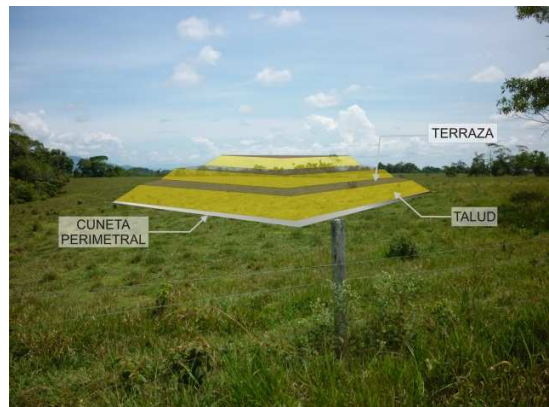
- Remover la capa vegetal y conformar un acopio temporal
- Implementar un sistema de drenaje para el manejo de aguas subsuperficiales y producto de infiltración por medio de filtros tipo francés
- Disponer los materiales estériles conformando taludes 3H:1V y bermas de 3 metros de ancho en niveles de altura no superior a los 4 metros
- Implementar las obras para el manejo de aguas de escorrentía por medio de cunetas, estructuras de caída y canales en caso de requerirse.
- En la etapa de clausura cubrir la superficie del ZODME con una capa orgánica producto del descapote y siembra de pastos.
-

La **Fotografía 17** y **Fotografía 18** muestran una panorámica hacia dos sitios típicos adecuados para la disposición de materiales estériles y su posible transformación después de la ejecución del ZODME.

Fotografía 17 Sitio apropiado para la disposición de materiales estériles bajo condiciones iniciales



Fotografía 18 Sitio apropiado para la disposición de materiales estériles bajo condiciones de intervención



Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

La disposición de los materiales se hace en forma de terraplén cuya energía de compactación es la producida por la maquinaria que los dispone (retroexcavadoras y/o bulldozer).

- Áreas para plataformas multipozos. En cada caso en particular, se realizarán los diseños específicos, con su propia organización de áreas y la localización de equipos que dependen de las características de cada pozo, incluyendo el contorno en el que se conforma la plataforma. Serán en el caso específico del Bloque VMM2, de nueve (9) plataformas multipozos, con tres (3) pozos cada una.

La necesidad de áreas y los equipos asociados a la perforación, están directamente relacionados con el tipo de taladro que se utilice; a partir de los requerimientos, la geometría de la plataforma se adaptará a la forma del terreno, buscando un diseño en el que cumpliendo con los requisitos técnicos, se

intervenga la menor área posible, realizando cortes y rellenos de manera compensada para evitar afectar zonas adicionales para la conformación de ZODMES, evitando en lo posible la intervención de áreas boscosas.

- Volumen estimado de cortes y rellenos en vías y plataformas. Los volúmenes estimados de corte y relleno para la construcción de las plataformas se presentan en la **Tabla 8**. En total, para la adecuación y construcción de las 9 plataformas multipozos en terraplén, con un área máxima de 15.000 m² (1.5 has) cada una, se estima un volumen de corte 22.500 m³ de la zona de préstamo lateral, necesarios para brindar 1.5 m de altura al terraplén. En total será 202.500 m³. Este volumen es calculado con base en la topografía que caracteriza el área del Bloque VMM2, el cual se encuentra ubicado en una zona plana.

Para la construcción de las vías de acceso nuevas se tiene una longitud aproximada de máximo 6.30 Km. En algunos sectores se prevé remover material de préstamo para conformar el terraplén, en especial en los sectores inundables. Por lo anterior, se estima, de ser necesario, un volumen de material a remover de 77.000 m³, excavados del corredor de préstamo lateral y conformado en el terraplén de la vía de 6.00 m de ancho, 1.5 m de alto y taludes 1.0H:1.0V. Como se observa, el volumen de corte es igual al de relleno, de manera que no se considera la necesidad de áreas adicionales para la conformación de ZODME's, debido a que se realizará un diseño compensado, ver **Tabla 9**.

Tabla 8. Volumen estimado de movimiento de tierras para la construcción de cada locación.

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN DE CORTE DE PRÉSTAMO LATERAL (m ³)	VOLUMEN DE RELLENO ESTIMADO (m ³)
Conformación de locación tipo con 1.5 Has (15.000 m ²) con terraplén de 1.5 m de altura	22.500	22.500
Conformación de locación tipo con 1.5 Has (15.000 m ²) con terraplén de 1.6 m de altura	24.000	24.000

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Tabla 9. Volumen estimado de movimiento de tierras para la construcción de vías de acceso

LONGITUD APROXIMADA (m)	VOLUMEN TOTAL DE CORTE ESTIMADO (m ³)	VOLUMEN TOTAL DE RELLENO ESTIMADO (m ³)	VOLUMEN ZODME's (m ³)
6300	77000	77000	0

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

- Estimativo de Demanda de Recursos Naturales para las vías de acceso y plataformas. La demanda de recursos naturales por el proyecto es la siguiente:

a) **Recurso agua.**

Durante las actividades de construcción de una plataforma y su vía de acceso, y posteriormente en la instalación de líneas de flujo y tendidos eléctricos, se utilizará agua principalmente en las actividades de compactación de suelos y material granular, elaboración de mezclas de concreto, para lo cual se requiere de 0,80 l/s para uso industrial y 0,40 l/s para uso doméstico.

Como fuentes de captación se solicita la concesión de aguas superficiales de los cuerpos de agua enlistados a continuación. Se propone realizar la captación en las siguientes franjas con una movilidad de 100 m, en las coordenadas que se muestran en la **Tabla 10**.

Los caudales requeridos durante la ejecución de las actividades programadas en el Bloque VMM2 se describen en la **Tabla 11**. Se considera un margen de

seguridad del caudal solicitado de 0.5 l/s adicionales, dependiendo del desarrollo de las actividades simultáneas.

Tabla 10. Puntos de captación de aguas superficiales.

CUERPO DE AGUA	PUNTO DE LA FRANJA	VEREDA	MUNICIPIO	UBICACIÓN	
				ESTE	NORTE
Quebrada Guaduas	Inicial	Guaduas	Aguachica	1045186.9	1393866.3
	Medio		Aguachica	1045133.9	1393871.0
	Final		Aguachica	1045119.9	1393817.4
Río Lebrija	Inicial	Barranca de Lebrija	Aguachica	1039106.9	1377805.0
	Medio		Aguachica	1039068.3	1377834.7
	Final		Aguachica	1039026.9	1377864.8
Río Magdalena	Inicial	-	Gamarra	1036391.4	1411991.4
	Medio		Gamarra	1036354.1	1412019.3
	Final		Gamarra	1036317.2	1412059.3
Quebrada Buturama	Inicial	Buturama	Aguachica	1042225.6	1402131.1
	Medio		Aguachica	1042274.4	1402147.3
	Final		Aguachica	1042321.0	1402160.8
Caño Peralonso	Inicial	El Juncal	Aguachica	1049075.4	1394867.7
	Medio		Aguachica	1049118.4	1394893.6
	Final		Aguachica	1049150.0	1394932.7

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Tabla 11. Caudales previstos y usos del agua.

TIPO DE USO	CONSUMO APROXIMADO		OBSERVACIONES
	l/s	Bls./día	
Uso industrial	2,0	1258	Los valores presentados se refieren a consumos máximos estimados que se pueden generar durante las actividades de construcción y perforación exploratoria de cada pozo, dentro del área del bloque. Durante la fase de perforación se utilizarán contenedores para el alojamiento del personal calificado, los cuales contarán con unidades sanitarias completas (sanitario, ducha y lavamanos) y casino. El agua para consumo humano durante las actividades de
Uso doméstico	0,5	314	
Factor de seguridad	0,5	314	
TOTAL	3	1886	

TIPO DE USO	CONSUMO APROXIMADO		OBSERVACIONES
	l/s	Bls./día	
			construcción, adecuación y perforación exploratoria será suministrada por el contratista a cargo, utilizando para ello agua purificada en botellones, los cuales serán adquiridos en las cabeceras municipales.

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Para la realización de las pruebas hidrostáticas de las líneas de flujo se estiman requerimientos de agua que se resumen en la **Tabla 12**, que se utilizará de acuerdo con el avance y desarrollo de las actividades.

Tabla 12. Requerimiento de agua para pruebas hidrostáticas.

DIÁMETRO	LONGITUD PARA PRUEBA HIDROSTÁTICA	VOLUMEN APROXIMADO REQUERIDO PRUEBA HIDROSTÁTICA (m ³)
6"	10.000 m	200
8"	10.000 m	340
10"	10.000 m	520
12"	10.000 m	740
14"	10.000 m	1010
16"	10.000 m	1310
18"	10.000 m	1660

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

b) Suelos.

Para la conformación de plataformas multipozos y sus vías de acceso, se contempla una demanda considerable de recurso suelo, pues para cada locación se debe realizar el descapote de un área de 15.000 m², que para el total de nueve (9) plataformas multipozos corresponde a un área de 135.000 m², mientras que para la construcción de las nuevas vías se intervendrá un área de 21.000 m²/Km de vía construido en terraplén (considerando un ancho del corredor de 21 m), o bien de 6.500 m²/Km para tramos construidos a nivel. Estas cifras pueden variar

de acuerdo con las condiciones particulares de cada plataforma y su vía de acceso, ya que corresponden a pre-diseños, los cuales varían según las características del equipo de perforación a utilizar y de las condiciones del terreno, tales como pendiente, elementos ambientales, sociales, entre otros. La profundidad promedio de suelo de descapote será del orden de 20 cm, lo que significa un volumen de descapote total en 3.000 m³ para cada una de las plataformas, con un área hasta de 1.50 has y de 4.200. m³ para cada kilómetro de vía construido en terraplén y de 1.300 m³ para tramos construidos a nivel. En el corredor de la vía de acceso, se utilizará lo estrictamente lo necesario para su conformación, con taludes de corte y relleno. La longitud máxima estimada de vías es de aproximadamente 3 Km.

Los impactos a tener en cuenta en este componente básicamente son cambio de las propiedades fisicoquímicas del suelo, cambio de uso del suelo y pérdida de la cobertura vegetal del suelo.

Tabla 13. Volumen aproximado de aprovechamiento de suelo de descapote durante la construcción de una plataforma multipozo y su vía de acceso.

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN APROXIMADO DE DESCAPOTE (m ³)
Construcción de una plataforma multipozo. Descapote promedio estimado de 0,20 m, y área de locación de 15.000 m ²	3.000
Construcción de vía de acceso conformada en terraplén, a un pozo por cada kilómetro de vía (Longitud máx. de 3 Km, ancho de 21 m y descapote promedio de 0,20 m)	4200
Construcción de vía de acceso a un pozo por cada kilómetro de vía (Longitud máx. de 10 Km, ancho de 6.50 m y descapote promedio de 0,20 m)	1.300

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

c) Recurso forestal.

Mientras la ubicación lo permita, como se ha mencionado a lo largo del documento, las plataformas multipozos y sus vías de acceso se construirán en

áreas intervenidas o con cobertura de pastos, para considerar un mínimo aprovechamiento forestal. En los casos donde sea necesario el aprovechamiento forestal para la construcción de una plataforma y su vía de acceso, se estima que se demandará un volumen máximo de 1200 m³ (volumen comercial), tal como se relaciona en la **Tabla 14**. El volumen de biomasa a remover se definirá en el Plan de Manejo Ambiental para cada una de las plataformas para la perforación de los pozos exploratorios y las vías a construir

Tabla 14. Volumen aproximado de madera a extraer.

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN MADERABLE(m3)
Construcción de una plataforma (área promedio de intervención de 15.000 m ²)	570
Construcción de vía de acceso a un pozo (Longitud de 3.000 m, ancho a intervenir 6.50 m)	630
TOTAL	1.200

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

d) Otros recursos.

Los materiales pétreos necesarios para la adecuación y/o construcción de vías, tales como gravas y arenas, serán comprados a los proveedores de la región, en sitios debidamente autorizados por las autoridades ambientales, así como cualquier otro recurso necesario para las obras relacionadas con construcción y adecuación de locaciones y sus vías de acceso, líneas de flujo con sus respectivos cruces de fuentes y cruces sub fluviales.

- o Asentamientos Humanos e Infraestructura Social, Económica y Cultural a Intervenir, por la construcción de vías, locaciones y redes de flujos.

La construcción de locaciones y las respectivas vías de acceso, así como el montaje de redes de flujo, no implican la intervención de asentamientos humanos,

infraestructura social, económica o cultural, diferente a la ya utilizada sobre las vías de acceso que conforman el Bloque VMM2.

En caso de utilizar las vías existentes actualmente o las construidas dentro de los proyectos de exploración para el tendido de líneas de flujo por este mismo derecho de vía, hay que tener en cuenta que sobre estas, se encuentran asentadas algunas viviendas aisladas, entonces las líneas de flujo tendrán que ser construidas en proximidades a estas, siempre rodeándolas con una distancia mínima de 100 m.

La posible construcción de los corredores para líneas de flujo al borde de las vías, implicará el uso de parte de la carretera en las labores de construcción; lo que implica la interferencia temporal del acceso a las fincas del sector y de los caseríos ubicados dentro del bloque; esto genera la necesidad de medidas específicas para garantizar la continuidad del tránsito vehicular y peatonal, como la disponibilidad de paleteros durante las labores de construcción en los corredores paralelos a las vías, la construcción de pasos temporales para el acceso a viviendas y la señalización preventiva para evitar accidentes en estos sitios.

- o Fuentes de Emisiones Atmosféricas.

Durante la construcción y adecuación de vías de acceso, plataformas y líneas de flujo, se presentarán emisiones de material particulado, por arrastre a través del viento, por el tránsito de vehículos, por acarreo de materiales térreos en volquetas y por la emisión de gases de combustión de equipos y maquinaria requerida en las actividades de construcción.

- o Emisiones de Ruido por Fuentes Fijas o Móviles.

La generación de ruido se presentará por la continua operación de los equipos y maquinaria asociada a la construcción de las infraestructuras petroleras.

- o **Generación, Manejo, Tratamiento y Disposición de Residuos.**

Para la construcción y adecuación de vías de acceso, plataformas y líneas de flujo, se implementará un programa de capacitación sobre el manejo de los residuos que involucre a todo el personal, haciendo énfasis en aspectos tales como la disminución en el sitio de generación de residuos, clasificación en la fuente, promoción del reciclaje y reutilización.

El manejo, tratamiento y disposición de residuos generados durante las actividades de construcción se realizará de la siguiente manera:

- **Residuos Sólidos Domésticos.** Los residuos domésticos que se generarán corresponden a restos de comida, cáscara de fruta y verduras, bolsas plásticas, icopor, envases de bebidas, vasos desechables, vidrio, metales ferrosos etc.

Para disminuir la generación de residuos, no se utilizarán portacomidas desechables, sino portacomidas que permiten su reutilización.

En cada frente de trabajo se dispondrá de canecas o bolsas plásticas para la recolección de residuos, y se hará la siguiente clasificación y separación en el sitio:

Residuos inorgánicos reciclables: Corresponde todo tipo de envases de plástico, bolsas, PVC, PET, papel, cartón, vidrio etc. Estos residuos serán llevados al municipio de Aguachica, Cesar para ser entregados a los grupos recicladores minoristas o serán enviados a una empresa autorizada para el manejo de los mismos.

- **Residuos inorgánicos no reciclables:** Servilletas, papel aluminio, hojalata, papel y cartón húmedos o con características que los hacen no reciclables; además, los textiles que se generen por reemplazo de ropa de trabajo,

limpiones y traperos, siempre y cuando no estén contaminados con hidrocarburos. Estos residuos serán recolectados y entregados a una empresa especializada o al relleno sanitario que cuente con la respectiva licencia ambiental. Actualmente el Departamento del Cesar cuenta con un relleno en funcionamiento en Valledupar operado por INTERASEO S.A y un relleno en el municipio de Aguachica, operado por la empresa de Servicios Públicos Aseo Urbano.

- **Residuos orgánicos:** Se recolectarán residuos provenientes de restos de comida o de la preparación de alimentos. Estos serán entregados a la comunidad para la alimentación de animales o serán enviados a una empresa o al relleno sanitario autorizado para el manejo de los mismos.

- **Residuos Sólidos Industriales.** Los residuos industriales de mayor interés generados durante las etapas de construcción, corresponden a los provenientes de embalaje de equipos, empaques de cemento, residuos de pintura, chatarra, ensambles de uniones, residuos de soldadura, envases plásticos y restos de cable. Su recolección se realizará en canecas, para su posterior tratamiento o disposición final, de acuerdo con sus características. Los recipientes utilizados para la recolección se demarcarán y tendrán su respectivo color así:

Recipiente para residuos no peligrosos: Se almacenarán los residuos de chatarra menor, tales como repuestos, partes de equipos, trozos de lámina, envases de gaseosa, etc. Además se almacenarán en este recipiente los residuos de madera menores y material eléctrico. Estos residuos finalmente se comercializarán, o se entregarán a una empresa autorizada por las autoridades ambientales.

Recipiente para residuos contaminados: Corresponden a filtros y textiles contaminados con hidrocarburos, estopas, etc.; estos serán entregados a una empresa especializada que cuente con los respectivos permisos ambientales.

Recipiente para residuos aceitosos: En este se recolectarán los residuos aceitosos, los residuos de mantenimiento, y los suelos contaminados. Éstos se entregarán a una empresa legalmente autorizada para realizar su tratamiento y disposición final.

- o Aguas Residuales Domésticas.

En los frentes de obra donde no se cuente con infraestructura cercana, se contará con letrinas secas o con sanitarios portátiles.

- o Aguas Residuales Industriales.

Durante la etapa de obras civiles para la construcción vías y plataformas, no se generarán aguas residuales industriales.

- o Residuos Líquidos Aceitosos.

Durante la etapa de construcción se generará una mínima cantidad de este tipo de residuos, provenientes de aceites usados obtenidos durante el mantenimiento de equipos y maquinaria pesada. El mantenimiento de vehículos livianos y pesados se realizará en los establecimientos existentes en la cabecera municipal de Aguachica.

Los residuos aceitosos serán almacenados en un área impermeabilizada, y posteriormente evacuados por la compañía contratista de obras civiles hacia su base central de trabajo en el área del proyecto, donde se entregarán a una empresa especializada para su manejo, que cuente con la respectiva autorización por parte de las autoridades ambientales.

2.2.3.2 Perforación de Pozos. Para el desarrollo de la perforación exploratoria en el Bloque VMM2, se contemplan las siguientes actividades:

2.2.3.2.1 Infraestructura y actividades proyectadas. Como se indicó anteriormente en el área del Bloque VMM2 se contempla la perforación de hasta 27 pozos exploratorios, distribuidos en 9 plataformas multipozo, con un total de 3 pozos por plataforma.

Para cada locación multipozo, y una vez se defina la ubicación exacta, se presentará a la Autoridad Ambiental el respectivo Plan de Manejo Ambiental, en el cual se indicará la ubicación y las obras a desarrollar para llevar cabo la perforación de cada uno de los pozos. La profundidad máxima de los pozos a perforar será de 13500 pies.

- o Los Equipos.

Para la perforación de pozos, se requerirá de un equipo de perforación convencional. Con el fin de garantizar una buena selección del equipo de perforación se debe tener en cuenta la profundidad del pozo, diámetro del hueco, presiones que se espera manejar, facilidad de operación y la disponibilidad del equipo.

La operación contará con equipos que se consideran de carácter temporal y de carácter permanente de acuerdo a su naturaleza y necesidad. Los equipos permanentes son los involucrados directamente con la perforación y los temporales son lo que se utilizarán una sola vez o periódicamente, como los equipos de cementación o registros eléctricos.

Los equipos y herramientas necesarias, durante las operaciones de perforación del pozo se listan en la **Tabla 15**.

Tabla 15. Equipos requeridos para la perforación.

EQUIPO REQUERIDO	HERRAMIENTAS DEL EQUIPO	EQUIPO REQUERIDO	HERRAMIENTAS DEL EQUIPO
Equipo o Unidad de Cementación	Camión de cementación, Bombas de desplazamiento positivo, Silos para almacenamiento de cemento, Líneas de alta presión, Cabeza de cementación, Zapato guía o flotador, Collar flotador, Tapón tope y Tapón fondo.	Equipo para desvío de pozos	Collar antimagnético, Miple curvo, Motor de fondo, Whipstock para desvío
Equipo de Corazonamiento	Broca de corazonamiento, <i>Core catcher</i> , Barril corazonador, Junta de cambio de rosca, Junta de seguridad y Martillo de perforación.	Equipo para Manejo, Tratamiento y Disposición Final de Aguas Residuales Domésticas e Industriales	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, Unidad de <i>dewatering</i> , Bombas de transferencia de fluidos y Kit para prueba de jarras.
Equipo o Unidad de Registros Eléctricos	Camión para toma de registro eléctricos, Sartas y herramientas varias para toma de registros eléctricos, Poleas para bajar y subir las sartas en las diferentes corridas.	Equipo para Manejo, Tratamiento y Disposición Final de Cortes o Ripios de Perforación	Equipo de control de sólidos, <i>Catch Tank</i> o área para almacenamiento de cortes, Centrifugas, Tornillo sinfín (adicional) y Retro cargador y volquetas (adicionales).
Equipo de Pruebas de Producción	Caseta para operadores y laboratorio, <i>Gauge tank</i> o tanque aforado para medir producción de fluido, <i>Frac tanks</i> o tanques de almacenamiento de fluido producido, Manifold de producción con choque ajustable, Manómetros y termómetros.	Equipo de tratamiento de aguas	Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas tipo Red Fox, Planta de tratamiento para agua potable, Unidad de <i>Dewatering</i> , Kits de elementos químicos para monitoreos, Espectrofotómetro, Balanza, Electrobombas, <i>Frac Tank</i> , Tanques.
	Separador bi o trifásico de fluidos, Kit de laboratorio para medir condiciones del fluido producido (BSW, gravedad API y cloruros), bombas de transferencia de fluidos y tea (opcional).	Equipo para Control de Reventones	Indicadores de flujo, Indicadores de hueco lleno y Preventora de reventones.
Equipo de Perforación Underbalance	Separador de fluidos, Compresores, Generadores, Fluido de perforación (Nitrógeno), Líneas de flujo para inyección, <i>Frac tanks</i> para almacenar y medir la	Equipo de Soldadura	

EQUIPO REQUERIDO	HERRAMIENTAS DEL EQUIPO	EQUIPO REQUERIDO	HERRAMIENTAS DEL EQUIPO
	producción del pozo.		
Equipo de Control de Incendios o de Contingencias	Extintores, Botiquín, camilla, medicamentos y tela oleofílica.		

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

- o Maquinaria y Sistemas de perforación.

La maquinaria y equipo que convencionalmente se utilizan en la perforación de pozos ya sean exploratorios o de desarrollo comprende los sistemas de Levantamiento, Circulación, Rotación, Potencia y Prevención de Reventones principalmente para su operación.

Sistema de Circulación. Es un sistema cerrado cuya función es almacenar, inyectar y limpiar de manera permanente el lodo de perforación. Se compone de:

- Tanques de lodo.
- Líneas de succión, de transferencia o de flujo y de descarga.
- Bombas de lodo las cuales se encargan de inyectar el lodo a las diferentes profundidades de trabajo y lo hacen retornar a superficie.
- Standpipe por donde sube el lodo hasta la parte superior de la sarta para ser inyectado.
- Cuello de ganso; unión giratoria o swivel; (reemplazada por el top drive si se utiliza) jets de la broca de perforación por donde sale el lodo en profundidad.
- Equipo de control de sólidos que limpia el lodo separándolo de los ripios generados por el corte de la broca y se compone de scalper, desilter, desander, mud cleaner y shales shaker; bombas centrífugas, succionador de fluidos y bombas neumáticas o de pulmón.

Sistema de Levantamiento. Está compuesto por la estructura soportante que sostiene el peso del equipo gracias al sistema de izaje, el cual es el encargado de permitir el levantamiento de la sarta de perforación de una forma rápida y eficiente para minimizar los tiempos de ejecución de cambios de tuberías, viajes, cambios de broca, entre otros. Este sistema se compone de:

- Torre de perforación.
- Subestructura para soportar la torre.
- Malacate (centro de control de la fuerza del sistema).
- Cables; winches y guayas en acero.
- Polea fija.
- Bloque viajero.
- Elevador con sus respectivos ganchos y brazos y las cuñas para soportar el peso de la sarta de perforación.

Sistema de Rotación. Su función es generar la rotación o el giro de toda la sarta de perforación y se compone de:

- Unión giratoria o swivel.
- Mesa rotaría que es donde se encuentra ubicada la caseta del perforador.
- Herramientas como llaves de potencia y llaves hidráulicas para realizar conexiones entre juntas de tubería y soportar las paradas de tubería.
- Entre otros; buje principal; buje de manejo; vástago de rotación; buje del vástago; sarta de perforación.

Sistema de Potencia. Su función es generar el movimiento de toda la maquinaria y motores del taladro de perforación. Se subdivide en dos partes:

- **Generación de Potencia:** Este sistema se compone por los generadores de energía; el generador utilizado para el funcionamiento de las bombas de lodo del equipo, las cuales generan la inyección y recirculación del lodo de perforación; y el generador para el campamento de las plataformas. La forma más común es el uso de Motores de Combustión Interna. Estos motores son normalmente alimentados por combustible Diesel, su número depende del tamaño del equipo al que van a suministrar la potencia; muchos equipos modernos tienen 8 Motores de Combustión Interna o más.

Transmisión de Potencia: La cual puede ser Transmisión Eléctrica o Transmisión Mecánica. La mayoría de los equipos en la actualidad utilizan la transmisión Eléctrica como forma de transmisión de potencia, en la cual los Generadores producen la electricidad que se transmite a los Motores Eléctricos a través de cables de conducción eléctrica.

Sistema para control del Pozo y Prevención de Reventones. Su función es prevenir cualquier reventón o fuga a presión que se pueda presentar, evitando derrames de crudo y minimizando los riesgos de contaminación del medio ambiente y de incendio y otros accidentes.

Tabla 16. Maquinaria Requerida para la Perforación de pozos.

SISTEMA	FUNCION	MAQUINARIA	
Levantamiento	Entrada y salida de la sarta de perforación, la tubería de revestimiento y la sarta de completamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Torre de perforación - Subestructura - Malacate - Tambor de malacate - Riel o carretel de cable - Cable de perforación - Ancla 	<ul style="list-style-type: none"> - Polea fija - Bloque viajero - Gancho y brazos del elevador - Elevadores - Cuñas - Vástago giratorio
Circulación	Mantener el fluido de perforación en un circuito cerrado, para proporcionar estabilidad y limpieza al hueco	<ul style="list-style-type: none"> - Tanques de lodos - Líneas de succión - Bombas de lodos - Línea de descarga - Tubo fijo (Stand pipe) - Cuello de ganso - Unión giratoria - Vástago de rotación 	<ul style="list-style-type: none"> - Tubería de perforación - Collares de perforación - Broca - Línea de flujo - Equipo de control de sólidos - Bombas centrífugas
Rotación	Proveer de energía rotatoria a la sarta de perforación	<ul style="list-style-type: none"> - Unión giratoria - Mesa rotaria - Buje principal 	<ul style="list-style-type: none"> - Substituto de desgaste - Buje del vástago - Sarta de perforación

SISTEMA	FUNCION	MAQUINARIA	
		- Buje de manejo - Vástago de rotación	- Top drive (opcional)
Potencia	Suministrar la potencia necesaria a los diferentes sistemas que se operan dentro de la perforación convencional	- Motores diesel de combustión interna	
Prevención de Reventones	1. Cerrar el pozo en caso de un Influjó imprevisto 2. Colocar suficiente contra- presión sobre la formación 3. Recuperar el Control Primario del Pozo	Indicadores de flujo, indicadores de hueco lleno y preventoras de reventones.	

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

2.2.3.2.2 Procesos de perforación. El proceso de perforación a utilizar en la perforación de los pozos del bloque VMM2 sigue los lineamientos convencionales según los siguientes pasos:

- Por medio de las botellas de perforación se aplica peso sobre la sarta y se hace girar el sistema con el fin de atravesar las diferentes formaciones del subsuelo.
- Utilizando las bombas de lodo del taladro se realiza la inyección a presión del lodo de perforación el cual viaja por el interior de la sarta de perforación y sale por las boquillas o jets de la broca en el fondo del pozo. Los ripios de perforación generados por el corte de la broca sobre las diferentes formaciones atravesadas, son transportados a superficie junto con el lodo por el espacio anular entre el hueco y la sarta de perforación.
- Una vez los cortes se encuentran en superficie, son separados del lodo mediante el equipo de control de sólidos del taladro (desander, desilter, mud cleaner) y de la compañía contratista para tratamiento de cortes de perforación. Finalmente, una vez el lodo se encuentra libre de ripios, éste se re-circula de nuevo al hueco generando un sistema cerrado de operación.

La perforación se realizará en diferentes etapas hasta la profundidad requerida para alcanzar las formaciones objetivo (hasta 13500 pies). A medida que aumenta su profundidad, disminuirá el diámetro del hueco.

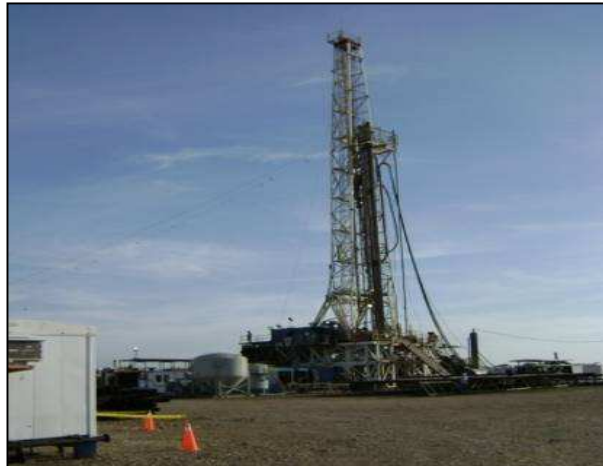
Para proteger las paredes del pozo de derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema inherente a las actividades de perforación, el hueco será revestido con tubos de acero de tamaño adecuados que se cementarán por secciones; el cemento será desplazado en ascenso por el espacio anular, donde finalmente se solidificará. De esta forma, los revestimientos quedarán adheridos a las paredes del hueco.

Las etapas de perforación a realizar son:

- I. Colocación de la tubería hincada. Conductor marino o martinete.
- II. Perforación del hoyo superficial bajada del revestidor y cementación del mismo.
- III. Perforación del hoyo intermedio, bajada del revestidor y cementación del mismo.
- IV. Perforación del hoyo de producción, bajada del revestidor y cementación del mismo.
- V. Perforación del hoyo, bajada y cementación de tubería corta.

Para proteger las paredes del pozo de derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema inherente a las actividades de perforación, el hueco será revestido con tubos de acero de tamaño adecuados que se cementarán por secciones el cemento será desplazado en ascenso por el espacio anular, donde finalmente se solidificará. De esta forma, los revestimientos quedarán adheridos a las paredes del hueco. La **Fotografía 19** muestra una locación de taladro de perforación durante el proceso.

Fotografía 19. Pozo durante la etapa de perforación.



Fuente:

Durante el desarrollo de la perforación se tomarán registros eléctricos, los cuales ayudarán a diferenciar los tipos de formación por donde está pasando la broca, al igual que sus características físicas como densidad, porosidad y contenidos de agua y gas.

2.2.3.2.3 Las Instalaciones de Apoyo.

- Campamento convencional. Durante la etapa de perforación habrá un sector en la locación destinado a campamento, el cual se compone, dependiendo de las necesidades específicas de cada plataforma, de contenedores para el funcionamiento de la oficina, la enfermería, la cocina, el comedor, el laboratorio, dormitorio con baño privado, la lavandería, talleres, almacenamiento de insumos, sustancias y repuestos; además de tanque de almacenamiento de combustible, generadores y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

El campamento estará constituido por alrededor de 7 o más unidades móviles tipo contenedor o vivienda prefabricada, algunas estarán provistas de sanitario, ducha y lavamanos. El personal que allí se alojará corresponderá únicamente a los trabajadores que permanezcan en el pozo. Las dimensiones promedio de un contenedor son: Largo 9.0 m, ancho 3.0 m y alto 2.4 m, los cuales contarán con área de baño (ducha, lavamanos y sanitario) y dos compartimientos separados de camarotes con los respectivos casilleros.

El campamento está diseñado para hospedar al personal cuya presencia es indispensable durante el proceso de perforación, el personal contratado de la comunidad, se alojará en sus casas. Para estos campamentos se usarán los contenedores anteriormente mencionados con conexiones externas de energía, de agua potable y adicionalmente un sistema de conducción de aguas residuales a tratar en una planta compacta de tratamiento. Además se contará con un sistema permanente de comunicaciones para uso del proyecto y del personal alojado en campamentos.

- o Campamento Operativo. El campamento operativo estará ubicado en la localización durante las labores de perforación y estará conformado por:

Contenedores para Personal y Operativos: Que funcionarán como oficina y dormitorio, contarán con baño privado cada uno.

Caseta de Soldadura: Lugar donde se llevarán a cabo las actividades de soldadura de accesorios que se puedan manipular independientemente. Debe quedar ubicada lo suficientemente retirada de los lugares donde se almacenen productos químicos de alto riesgo de inflamabilidad, tales como pinturas, combustibles, etc.

Batería de Baños: Se instalará una batería de baños para el personal, el cual constará de una unidad sanitaria, 1 ducha, 1 orinal y 1 lavamanos, complementados con un tanque de almacenamiento de agua para uso doméstico.

Bodega de Materiales: Una bodega para almacenamiento de productos químicos y materiales que se requieran de forma permanente en el lugar de las operaciones. A continuación, se presentan algunos criterios para la construcción y funcionamiento de la bodega desde los puntos de vista operacional y ambiental:

- Techo para evitar la acción de las lluvias.
- Canales perimetrales y caja recolectora en tierra, para controlar cualquier contingencia en caso de derrames.
- La bodega debe ser lo suficientemente amplia para almacenar la mayor cantidad posible de productos y tener una vía de acceso adecuada para el tránsito del cargador y los camiones.
- Verificación permanente del embalaje y estibado de los productos.
- Exhibición de las hojas de datos de seguridad de los productos.

Tanques de Almacenamiento: Son usados para suplir las necesidades de agua y combustibles en la localización. Se dispondrá de los siguientes tanques:

- 1 tanque para el almacenamiento de agua para uso industrial,
- 1 tanque para el almacenamiento de agua para uso doméstico,
- 2 tanques para el almacenamiento de combustible (Diesel), uno para los requerimientos de la empresa perforadora y otro para la empresa de control de sólidos.

Los tanques de almacenamiento de combustibles tendrán diques de contención de derrames, los cuales deben cumplir con las siguientes especificaciones.

- Tener al menos una capacidad de 1.5 veces la capacidad de almacenamiento.
- Protección ambiental en el piso, utilizando geomembrana para la impermeabilización.
- Construidos con saco – suelo.
- Una trampa recolectora en la parte interna.

Almacenamiento de Aceites Lubricantes: Los recipientes de aceites lubricantes serán instalados sobre estructuras metálicas para facilitar su manipulación, con protección ambiental para retener cualquier goteo o derrame y así evitar filtraciones en el suelo.

Los aceites lubricantes usados y los residuales recolectados en el skimmer de la plataforma de perforación se almacenarán en canecas de 55 galones debidamente protegidas, colocadas sobre estibas y con geomembrana en el piso. Después de tener un volumen acumulado suficiente, se enviarán a su disposición final al skimmer.

Lugar de Ubicación de Tubería: Sitio descubierto para ubicación de la tubería de perforación y revestimiento en las diferentes operaciones, tiende a ubicarse en la parte trasera de la locación ordenados por tipo y tamaño.

Los requerimientos de insumos: Los materiales requeridos para la perforación del pozo, están destinados a las diferentes operaciones como son: tratamiento de aguas y sólidos de perforación, preparación del fluido de perforación, cementación, mantenimiento de equipos y maquinaria, materiales de oficina, etc. Estos materiales podrán variar de acuerdo a las características propias del proyecto al momento de su ejecución y las condiciones de trabajo.

2.2.3.2.4 Materiales para la Preparación y Mantenimiento del Fluido de Perforación. El lodo es un fluido esencial dentro de la perforación del pozo pues cumple funciones importantes como crear una torta en las paredes del hueco para disminuir el riesgo de derrumbamiento, sacar a superficie los ripios cortados por la broca y lubricar la broca entre otros. El tipo de lodo a usar en la perforación de los pozos será base agua (agua – bentonita), al cual se le adicionan aditivos para mejorar las propiedades geológicas, condiciones de pH, viscosidad, etc., o base aceite, de acuerdo con la profundidad de perforación.

En la **Tabla 17**, se presentan las características de los productos químicos de los lodos de perforación que pueden llegar a utilizarse durante la perforación.

Tabla 17. Características de los productos químicos de lodos de perforación.

PRODUCTO	COMPONENTE PRINCIPAL/FUNCIÓN	PELIGROSIDAD
Bentonita (carbonato de calcio)	Arcilla Natural. Función: Fluido de perforación	Ninguna
Soda Cáustica	Hidróxido de sodio. Función: Controlador de corrosión	TLV2MG/M3 corrosivo
PHPA	Poliacrilamida parcialmente hidrolizada	Ninguna
PAC - Poliac	Celulosa Polianiónica	Ninguna
Cypan GEL/Gelex	Poliacrilato de Sodio	Levemente Tóxico
Bactericida	Aldehído	Toxico –Ingestión
K – Lig Resinex	Lignito de Potasio	Corrosivo
XCO Polymer/XC	Hidróxido de Potasio	Puede causar dermatitis
	Goma Sántica - Polisacárido	Limitada evidencia de carcinogenicidad
Surfactante aniónico	Compuesto Orgánico (ácido graso)	Toxico – Ingestión
Carbonato de Calcio	Carbonato de Calcio	Irritante – Inhalar
Polímero	Carbohidrato de Papa controlador de filtrado	Ninguna
Leonardita pulverizada	Tipo de Carbón	Irritante
Mica (Fina/cuarzo)	Mica Mineral Sílice	Produce enfermedades respiratorias
Barita	Barita (Sulfato de Bario)	Puede producir Silicosis
Soda Ash	Carbonato de Sodio	Ninguna
GSA - Gilisolina	Asfalto	Toxicidad no reportada
X Pel G	Destilado del Petróleo	Tóxico – Ingestión

PRODUCTO	COMPONENTE PRINCIPAL/FUNCIÓN	PELIGROSIDAD
Cal	Oxido de Calcio	Irritante – Toxico
Cloruro de Calcio	Cloruro de Calcio	Irritante - Corrosivo
Lodo Base Aceite	Materiales según tecnología utilizada	
Solución de Glutaraldehido	Glutaraldehido controlador de bacterias	Biodegradable

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

- Materiales para la Cementación: Cementos y aditivos (retardadores, acelerantes, controladores de pérdida de filtrado y de pérdida de circulación), estos materiales se utilizarán en las actividades de cementación de las diferentes secciones del hueco.

Los materiales son dependientes del tipo de cemento definido para cada sección. En las labores de cementación del pozo, se utilizarán los materiales convencionales, que se muestran en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Materiales Convencionales en una Operación de Cementación.

MATERIAL	FUNCIÓN
Cemento (clase A): denominado cemento Portland	Preparación de la lechada
Aditivos especiales	Acelerantes o retardantes, según el caso que se presente

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Entre las funciones principales de los aditivos del cemento se encuentran las siguientes:

- Variar la densidad de la mezcla.
- Variar la resistencia y la compresión.
- Variar el tiempo de fraguado.
- Controlar la filtración.
- Reducir la viscosidad.

- **Materiales para el Tratamiento de Aguas y Cortes de Perforación:** Los productos químicos más comunes utilizados en el tratamiento de aguas y cortes de perforación, se muestran en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Materiales Comunes Utilizados en el Tratamiento de Aguas y Cortes de Perforación.

MATERIAL	FUNCIÓN
Sulfato de aluminio	Coagulante
Polímeros	Floculantes y clarificantes
Hipoclorito de calcio	Desinfectante
Cal viva	Estabilización y fijación de cortes de perforación
Ácido acético	Coagulante en el sistema de Dewatering
Cal hidratada	Ajuste del pH de aguas residuales tratadas

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

- **Materiales para Otras Actividades:** Para el mantenimiento y operación de equipos y maquinaria se utilizarán adicionalmente: grasas y aceites lubricantes, combustibles, agua, químicos contra incendios, materiales para aseo, papelería, etc.

En la **Tabla 20**, se describen otros insumos a ser necesitados para las operaciones de cementación, tratamiento de aguas residuales y de cortes de perforación.

Tabla 20. Materiales a ser utilizados durante la perforación de pozos.

OPERACIÓN	MATERIALES A UTILIZAR	FUNCIÓN DEL MATERIAL
CEMENTACIÓN	Barita, hematina, silicato de sodio, cloruro de calcio y cloruro de sodio	Controlar la densidad de la lechada durante la cementación y reduce la cantidad de agua libre. Se consideran acelerantes y ayudan a disminuir el tiempo del fraguado de la lechada del cemento.
	Lignosulfonato de calcio. Ácidos orgánicos, carboximetilhidroxetilcelulosa (CMHEC)	Son retardadores que actúan durante la preparación de cementación

OPERACIÓN	MATERIALES A UTILIZAR	FUNCION DEL MATERIAL
CEMENTACIÓN	Gilsonita, plásticos, perlita expandida, fibras de nylon	Estos materiales ayudan a controlar las pérdidas de circulación durante las actividades de cementación. Ofrece mayor resistencia al impacto
	Látex, bentonita con dispersante, polímeros orgánicos	Son materiales usados para el control del filtrado
	Floculantes como lignosulfonato de calcio, cloruro de calcio, polímeros de largas cadenas	Ayudan a controlar la viscosidad de la lechada de cementación
	Para-formaldehído, cromato de sodio	Contrarrestan la contaminación por defloculantes orgánicos provenientes del lodo de perforación
	Sílica flúor	Ofrece estabilidad y menor permeabilidad al trabajar en altas temperaturas
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	Sulfato de aluminio	Sirve como coagulante de partículas y como clarificador de aguas residuales
	Polímeros	Son floculantes de sólidos suspendidos, aunque también funciona como coagulante secundario
	Hipoclorito de calcio	Sirve como desinfectante del agua tratada y además elimina los malos olores
	Ácido acético y cal	Sustancias que ayudan en la perforación a ajustar el pH y anular los polímeros base del sistema que se encuentran asociados al agua residual industrial
TRATAMIENTO DE CORTES DE PERFORACIÓN	Cortes base agua: Cal viva	Sirven para deshidratar y encapsular los cortes o rípios de perforación
OTROS MATERIALES	Grasas, aceites hidráulicos, aceites lubricantes	Sustancias utilizadas para el mantenimiento de los equipos, motores, generadores, equipos de control de sólidos ,y maquinaria en general

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

- Fuentes de energía: El funcionamiento de los equipos a usar será a partir de motores de combustión interna (Diesel) y de energía eléctrica, la energía eléctrica será suministrada por dos generadores en la plataforma de operaciones, y uno para el campamento.

En la **Tabla 21** se muestran las diferentes tasas de consumo de diesel para los principales equipos que participarían durante las actividades de perforación.

Tabla 21. Consumo de combustible para los equipos.

EQUIPO	CONSUMO DIESEL POR EQUIPO (GAL/H)
6 Motores del Equipo	28
2 Motores Generadores del Equipo	28
1 Motor Generador Campamento	28
Top Drive (Opcional)	30
Otros Equipos	5

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

2.2.3.2.5 Uso, Aprovechamiento o Afectación de Recursos Naturales.

o Área a Intervenir.

El uso de suelo para la construcción de una locación tipo será de aproximadamente 15.000 m² (1.5 has), medida que puede aumentar o disminuir según las características del equipo de perforación a utilizar y de las condiciones del terreno como pendiente, elementos ambientales, sociales, entre otros.

o Suministro de Agua.

El recurso hídrico será el de mayor uso durante la perforación. Para abastecer las necesidades de agua se requerirá de un caudal equivalente de 2.5 l/s, con un factor de seguridad de 0.5 l/s. La utilización de dicho recurso durante la fase de perforación corresponde a las siguientes actividades:

- Montaje de la infraestructura.
- Uso doméstico (campamentos).
- Preparación de fluido de perforación.
- Lavado y refrigeración de equipos y maquinaria.
- Riego de la vía existentes para evitar emisiones de polvo por aumento de tránsito.

- o Sistema de Captación.

Para la captación de aguas superficiales se tomarán las siguientes alternativas dependientes de las condiciones del proceso:

- Captación superficial de la Quebrada Guaduas, Río Lebrija, Río Magdalena, Quebrada Buturama, Caño Peraloso, dentro de las franjas propuestas y dependiendo de la localización de la plataforma, la facilidad de acceso y las condiciones biofísicas de la corriente.
- Compra de agua al usuario autorizado más cercano, y realizar transporte en carrotaques hasta el sitio de las obras civiles o la localización del pozo, según corresponda.

- o Vertimientos.

El volumen de agua a verter es aproximadamente equivalente al 90% del volumen de agua captada y corresponde a la suma del agua residual industrial y doméstica una vez tratadas.

Para el vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales tratadas, y que cumplan con las normas de vertimiento (Decreto 1594 de 1984); se consideran las siguientes alternativas:

- Realizar vertimiento en las vías despavimentadas de acceso a las plataformas y en vías secundarias veredales en épocas de verano.
- Realizar vertimiento por aspersión, previo tratamiento y cumpliendo con los parámetros de los artículos 38 y 72 del Decreto 1594 de 1984. Dicho vertimiento estará supeditado al tipo de suelo, para tal propósito, se recomienda hacer el vertimiento por aspersión en las unidades de suelo PSab1, Ara, AUa2, CObc2p, SUax. Dicha selección se hace con base en la capacidad de infiltración de estos tipos de suelo (determinada mediante

pruebas de percolación), y en la sensibilidad ambiental (predominantemente baja), producto de la zonificación ambiental del presente estudio.

- Realizar vertimiento directo a cuerpos de agua (Río Magdalena, Río Lebrija, Quebrada Guaduas), inmediatamente adyacente a los puntos de captación planteados y con un rango de movilidad de 100m.

- o Aire.

Durante las actividades de perforación de los pozos prospectos, no se espera la generación de emisiones contaminantes significativas. Solamente se incrementarán las emisiones durante la etapa de pruebas de producción en caso que se presente quema de crudo y/o gas.

Aunque la afectación es mínima se determinan los principales impactos potenciales causados por el proyecto:

- Deterioro de la calidad del aire debido a las emisiones generadas por los equipos y maquinaria utilizados durante la perforación.
- Deterioro de la calidad del aire debido a las emisiones generadas por las facilidades de producción como lo pueden ser el quemador de tres boquillas o la tea durante las pruebas de producción. La tea o quemadero portátil para el venteo o quema de gas generado, se instalan alejado de campamentos, equipos y demás infraestructura. Estos equipos operan con el aire atmosférico y utilizan gas de purga para prevenir la “retrollama” por baja presión o baja velocidad del gas dentro del tubo de conducción y están localizadas a una altura de 15 m.
- Incremento en los niveles de ruido con la consecuente afectación de la salud auditiva de los trabajadores durante la construcción de las locaciones.

Contaminación por partículas de productos químicos en suspensión.

Identificación de fuentes contaminantes de ruido y emisiones atmosféricas:

Algunas de las fuentes contaminantes de carácter no permanentes y puntuales que se generarán durante la actividad de perforación corresponden a vehículos para el transporte de materiales y equipos, motores utilizados por la perforación, malacate, mesa rotatoria, generadores de energía y bombas de transferencia.

Se debería implementar un programa de evaluación de ruido durante las operaciones de perforación.

Caracterización de las emisiones y niveles previsibles de ruido: Los niveles de ruido que se pueden producir durante la perforación están entre los 60 – 100 decibeles siendo los de mayor orden, los producidos en la mesa rotatoria y los generadores de energía:

- Motores 100 db.
- Mesa rotatoria 97 db.
- Generador del taladro 100 db.
- Generador del campamento 94 db.
- Las emisiones generadas por el funcionamiento de los motores de combustión interna en las actividades de perforación son gases como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x) y material particulado, entre otros.

2.2.3.3 Facilidades tempranas de producción. Si los pozos resultan productores, se proyecta la construcción de facilidades tempranas de producción, ubicadas en las plataformas utilizadas anteriormente para la perforación de los pozos, en las cuales se puedan realizar las pruebas de producción correspondientes. Como se mencionó anteriormente la ubicación exacta de las plataformas de producción será definida más adelante en los PMA del bloque.

2.2.3.3.1 Equipos e Instrumentos. Las facilidades tempranas de producción contempladas para las etapas de pruebas cortas y/o extensas de producción contendrán los siguientes equipos e instrumentos:

Se contempla el uso de facilidades tempranas de producción estándares, cuya capacidad puede variar de acuerdo a lo encontrado o de acuerdo a la capacidad de cada pozo.

Los equipos proyectados son los siguientes:

- Cabezal de pozo, árbol de navidad (3000 psi)
- Válvulas de estrangulamiento y control de pozo
- Manifold portátil
- Tuberías de conexión y transporte de fluidos
- Separadores bifásicos de producción
- Tanques de almacenamiento de crudo
- Quemador de gas temporal
- Equipo superficial de levantamiento artificial, variadores de velocidad, motores y generadores eléctricos.
- Sistema convencional de tratamiento de agua: Separador API y Piscinas de vertimiento
- Válvulas y cheques
- Medidores de flujo instalados en el separador y en el cargadero de carrotanques.
- Manómetros instalados en la cabeza de pozo (tubería y anular), separador, etc.
- Termómetros instalados en las líneas de flujo y el separador.
- Sistema automático de adquisición de datos de presión flujo y temperatura para gas.

2.2.3.3.2 Procesos. Las pruebas de producción llevadas a cabo en las facilidades tempranas se inician llenando el pozo con fluido de baja densidad para que la presión hidrostática del pozo sea menor que la presión supuesta del yacimiento. Si la formación de interés no está revestida con tubería, es decir que se encuentra en hueco abierto, el pozo puede ser probado sin necesidad de cañonear la formación.

En caso de haber instalado un revestimiento de producción, se baja una sarta de tubería con cañones en la punta que al detonar perforan el revestimiento y el cemento para poner en contacto la formación de interés con la superficie. De esta manera el fluido sale a la superficie para su evaluación.

Una vez ha establecido comunicación entre el pozo y la formación de interés, se evalúan los daños generados en la formación durante los procesos de perforación y completamiento con el fin de realizar trabajos de estimulación que mejoren la productividad del pozo. Estos trabajos comprenden fracturamientos de formación, en las cuales se bombean fluidos (ácidos, agua, crudo, etc.) a tasas altas hasta conseguir elevar la presión en fondo y causar la ruptura de la estructura geológica. También se inyectan ácidos orgánicos o inorgánicos con el fin de limpiar la cara de las formaciones y remover las partículas que taponan el libre flujo de los fluidos de la formación. El uso de geles, compuestos de KCl, HCl o similares, rompedores de emulsión, derivados del petróleo como xilenos, diesel, etc., y otro tipo de aditivos también pueden considerarse para mejorar la productividad del pozo.

Después de sondear y estimular la formación, se procede a bajar dentro del pozo una sarta de producción que facilite el flujo del crudo desde la formación hasta superficie.

Es posible que el yacimiento tenga la suficiente energía propia para conducir los fluidos desde el fondo del pozo hasta superficie y no exista necesidad de instalar algún tipo de levantamiento artificial, y por lo tanto, el pozo fluirá naturalmente.

Si la energía del yacimiento no es suficiente para enviar el fluido a superficie, se puede “achicar” el pozo para impulsar el flujo desde el fondo. Este proceso aplica el principio de émbolo y se realizan varias corridas para extraer el fluido y estimular el flujo a través del achicamiento del pozo.

Otra opción consiste en el uso de métodos para levantamiento artificial, los cuales se instalan en el fondo del pozo y facilitan el bombeo de los fluidos de formación desde el yacimiento a superficie. El método de levantamiento artificial más utilizado es el bombeo mecánico que consiste en una bomba de subsuelo que proporciona la presión necesaria para que el fluido proveniente de yacimiento pase a la cabeza del pozo y se entregado a las facilidades de producción, el equipo a su vez cuenta con un machín en superficie que proporciona la potencia de la bomba de subsuelo.

Una vez el fluido llega a superficie, se pasa al separador dónde se le retira el gas y el líquido, con el fin de enviar el líquido a un tanque de almacenamiento y de allí al carrotanque el cual lo transportará hasta la estación más cercana. El gas obtenido en el separador sería enviado al foso quemadero, a la tea o será utilizado como combustible para las instalaciones.

Durante este proceso se requiere una serie de medidas de control mecánico como válvulas y cheques que controlan las presiones y caudales y evitan fugas de fluido.

2.2.3.4 Líneas de Flujo. Las líneas de flujo podrán ser enterradas o superficiales, y preferiblemente seguirán el trazado de las vías del proyecto, siendo construidas en la medida de las posibilidades de forma paralela a ellas. Se planea construir las líneas de flujo entre las plataformas, locaciones y facilidades de producción; sin embargo, no se descartan otras alternativas de trazado.

De acuerdo con las condiciones de vegetación el trazado de las líneas de flujo que sigue como derecho de vía el acceso a las plataformas no genera intervención en ningún lugar.

Para alternativas que utilicen como derecho vía los potreros, se hará intervención de pastos y en algunos sectores donde sea necesario, se puede presentar intervención de vegetación aledaña a los cuerpos de agua. Los planes de manejo de cada plataforma, considerarán este aspecto y presentarán el trazado definitivo de las líneas de flujo requeridas, en caso de requerirse ocupación de cauces, diferentes a las solicitadas para la construcción de vías e incluidos en el presente documento, se solicitará la respectiva modificación de Licencia Ambiental ante la autoridad ambiental competente.

2.2.3.4.1 Posibles accesos y cruces fluviales. Los equipos de construcción y la tubería se movilizarán aprovechando el derecho de vía y las vías de acceso a las plataformas, por lo que de ser necesario, la adecuación y/o construcción de tramos de vías de acceso para la construcción de las líneas de flujo, serán relativamente cortos, ramales que se desprenderán de las vías que actualmente existen o de las nuevas vías construidas de acceso a las locaciones y facilidades de producción.

Esos accesos, contemplarán las mismas características y especificaciones que los tramos de vía descritos para acceso a locaciones, variando solo el ancho del corredor, pues finalmente estos se utilizarán para entrar materiales y equipos durante la construcción de las líneas de flujo y posteriormente para los mantenimientos periódicos.

2.2.3.4.2 Líneas de flujo entre los pozos y las estaciones. Acorde a los resultados de los pozos que se perforen, las líneas de flujo se diseñarán de manera definitiva para los caudales que resulten. Las especificaciones y

corredores de líneas dependerán de las distancias, manejo de propietarios y requerimientos ambientales, con las siguientes especificaciones:

- Tubería API 5L SCH40 o similar.
- Diámetro: hasta 6".
- Presión Operación: 800 psi.
- Tubería Soldada.
- Línea enterrada a borde de vía.
- Tubería enterrada y recubierta a 1.5 m en promedio.
- Prueba hidrostática a 1.5 veces la presión de operación.

La producción se transportará por líneas de flujo desde cada pozo, hasta el múltiple de la estación más cercana. Los trazados para corredores de líneas de flujo se plantean con las siguientes consideraciones técnicas, ambientales y de seguridad física:

Localización de alineamientos en zonas con adecuadas condiciones de estabilidad geotécnica

- Menor intervención posible de zonas importantes desde el punto de vista ambiental, tales como áreas con cobertura de bosque, cruces con drenajes naturales y asentamientos poblacionales, entre otros.
- Facilidades de acceso a los corredores y a los sitios de obras complementarias; para su construcción, vigilancia y mantenimiento.
- Facilidad en la construcción, operación y mantenimiento.
- Condiciones topográficas más favorables (continuidad del trazado y pendientes moderadas).

Dadas las condiciones ambientales, geotécnicas y de seguridad física, se concluyó que la mejor alternativa es instalar las líneas de flujo de forma paralela a las vías. Siguiendo de forma paralela los trazados viales, se disminuirá la

intervención de áreas boscosas. Esta condición facilita la vigilancia del corredor por parte del personal de mantenimiento, para la toma de medidas correctivas y para la atención de cualquier eventualidad. El ancho de intervención del corredor en los tramos aledaños a la vía, será hasta de 3 m; en los demás sitios, los corredores para líneas de flujo tendrán un derecho de vía entre 6,5 m en zonas planas o regulares, hasta de 9 m en lomos. Con la topografía de cada corredor y el estudio geotécnico detallado se obtendrán los diseños definitivos, en los cuales se tendrá en cuenta además de la estabilidad geotécnica, las condiciones ambientales como la cobertura vegetal, el grado de dificultad para la construcción, y el uso de las vías por parte de la población.

2.2.3.4.3 Prueba Hidrostática. La estructura de las líneas de flujo será sometida a la prueba hidrostática para constatar su impermeabilidad, para lo cual será llenada con agua hasta su nivel máximo por un lapso de 24 horas como mínimo. En caso que no se presenten filtraciones se ordenará descargarlo y limpiado.

En caso que la prueba no sea satisfactoria, se repetirá después de haber efectuado los resanes tantas veces como sea necesario para conseguir la impermeabilidad total. Los resanes se realizarán picando la estructura, sin descubrir la armadura, para que pueda adherirse el concreto preparado con el aditivo respectivo. Realizada esta prueba una vez instalada la tubería se llega a la fase final de la construcción de la línea de flujo verificando la correcta instalación y funcionamiento de la tubería de cada línea de flujo. Las consideraciones de la prueba consisten en:

- El perfil de la línea de flujo, con las diferentes alturas que aportan otro elemento de juicio sobre la longitud del tramo a probar.
- Calidad de la tubería con el fin de determinar las presiones límites de prueba.

- Zonas de desalojo previamente establecidas, teniendo en cuenta el volumen, la velocidad y el impacto sobre los suelos circundantes.

Antes de la realización de la prueba se llevarán a cabo operaciones previas como son adecuación del terreno y análisis bioquímico del agua, determinante para la elección del sitio de llenado por los efectos de los costos de tratamiento por la necesidad de una filtración y el uso de inhibidores o secuestrantes de oxígeno.

Las operaciones de la prueba consisten en:

- Calibración utilizando bien sea un raspador provisto de platinas de calibración o un raspador inteligente de calibración.
- El llenado, el cual consiste en introducir el fluido a la tubería para someterla luego a presión de prueba.
- Eliminación del aire utilizando válvulas de purga o de venteo.
- Una vez llenada y purgada la línea se procederá a presurizarla, bombeando líquido, evitando una sobre presión que supere la máxima permisible para el material.
- Obtenida la presión de prueba se procederá a aislar el tramo a probar, cerrando las válvulas de suministro. Durante la prueba, a intervalos de tiempo especificado, se registrarán los valores que toma cada una de las variables involucradas.
- Una vez finalizada la prueba se procederá a reducir la presión y a desocupar la tubería en una piscina o tanques para realizar los respectivos análisis fisicoquímicos y tratamientos necesarios para su posterior vertimiento.

El agua requerida para la prueba hidrostática de las líneas de flujo se captará en los mismos sitios previstos para las otras actividades del proyecto.

2.2.3.4.4 Estimativos de la Demanda de Recursos Naturales (Agua, Suelos, Recursos Forestales y Otros). La demanda de recursos naturales para la construcción de las líneas de flujo es la siguiente:

a. Afectación de la Vegetación: La vegetación se verá afectada en forma mínima por el trazado y construcción de las líneas de flujo, ya que se estas transcurren por áreas de cobertura de pasto y en algunos sectores se utilizará la vía de acceso como derecho de vía.

En áreas aledañas a cuerpos de agua se presenta vegetación asociada en una franja que varía entre 40 y 100 metros de ancho, la cual podría ser removida para el cruce de la línea, aunque se buscarán, hasta donde sea posible, cruces con vegetación herbácea.

b. Requerimientos de Agua: El agua tanto para las actividades de construcción como para la prueba hidrostática se obtiene de las fuentes superficiales donde se autorice la captación, en la Quebrada Guaduas, Río Lebrija, Río Magdalena, Quebrada Buturama y Caño Peralonso, dependiendo del sitio donde se realicen las actividades, la facilidad de acceso y las condiciones de la corriente. Los volúmenes de agua requeridos para prueba hidrostática dependen de la longitud del tramo a ser probado.

En agua requerida para realizar las pruebas hidrostáticas se captará en tramos homogéneos de las corrientes solicitadas en la presente Licencia Ambiental, junto con los permisos de captación que demandan las demás actividades de exploración del Bloque VMM2.

Para la red de líneas de flujo y de acuerdo a los diámetros de las tuberías consideradas (líneas de flujo hasta de 6" desde los pozos hasta la estación más cercana) en la **Tabla 22**, se resumen los requerimientos aproximados de agua para la prueba hidrostática, que se utilizará de acuerdo con el avance y desarrollo de las actividades al interior de los campos.

Tabla 22. Requerimiento de agua para pruebas hidrostáticas de la red de tuberías a instalar.

Longitud Aproximada (m)	Diámetro (m)	Volumen aproximado requerido (m ³)
1.000	0,1	9
1.000	0,15	20

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

c. Volúmenes de vertimiento de agua y alternativas de sitios de vertimiento: Se estima que el volumen a verter es equivalente al volumen captado. El sitio para la disposición de esta agua es sobre el terreno mediante sistema de aspersión.

d. Ocupación de cauces: En su gran mayoría los cruces a realizarse son aéreos, por lo que no se hace necesaria la ocupación de cauces.

2.3 GESTIÓN AMBIENTAL PARA OBTENCIÓN DE PERMISOS, AUTORIZACIONES Y CONCESIONES PARA EL USO, APROVECHAMIENTO O AFECTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

Una vez identificadas las necesidades de recursos naturales, tal como se evidenció en el estudio de caso presentado con anterioridad, se realiza el cruce de dichas necesidades frente a la oferta de recursos de la zona en estudio (línea base ambiental), estableciéndose a partir de esta intersección la viabilidad o no de un aprovechamiento de dicho recurso natural.

Antes de entrar a establecer los requerimientos o pertinencia de los permisos, autorizaciones y concesiones, se definirán los casos en que se requiere en términos generales este tipo de solicitudes (**Tabla 23**).

Tabla 23. Pertinencia del trámite de permiso, autorización o concesión.

TIPO DE TRÁMITE	CUANDO SE REQUIERE	APLICACIÓN A LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS
<p align="center">CONCESIÓN</p>	<p>En todos los casos, salvo en los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando se trate de la satisfacción de necesidades elementales, consumo humano y uso doméstico, sin emplear derivación. • Para el aprovechamiento de aguas subterráneas para uso doméstico, en inmueble de propiedad, posesión o tenencia del beneficiario, en caudal igual o inferior a 0.1 litros por segundo. • Para el empleo por parte del dueño, poseedor o tenedor de un predio, de las aguas lluvias que caigan o se recojan en predios de propiedad del beneficiario. 	<p>Se requiere tramitar la concesión de aguas en todos los casos, bien sea para aguas superficiales o para aguas subterráneas.</p> <p>Para el caso de aguas subterráneas se deberá contar con la fase previa de exploración, para la cual es necesario contar con el permiso de exploración de aguas subterráneas.</p>
<p align="center">PERMISOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exploración aguas subterráneas: La exploración de aguas subterráneas que incluya perforaciones de prueba con miras a su posterior aprovechamiento • Emisiones atmosféricas: La descarga en la atmósfera de humos, gases, vapores, polvos o partículas por ductos o chimeneas de establecimientos industriales, comerciales o de servicio; de emisiones generadas durante la realización de quemas abiertas controladas en zonas rurales; de emisiones fugitivas o dispersas por actividades de explotación minera a cielo abierto; la incineración de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; la operación de calderas o incineradores por un establecimiento industrial o comercial; los procesos susceptibles de producir emisiones de sustancias tóxicas; la producción de lubricantes y combustibles; la operación de plantas termoeléctricas o reactores nucleares y las actividades que utilicen en sus hornos o calderas, aceites de desecho como combustible único o mezclado con otros tipos de combustibles. 	<p>En todos los casos se solicita el permiso de exploración de aguas subterráneas si se planea hacer aprovechamiento de las mismas.</p> <p>No se requiere permiso de emisiones atmosféricas para las actividades de perforación exploratoria.</p>
<p align="center">PERMISOS</p>	<p>Permiso de vertimiento: Debe solicitarlo toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos que se disponen en los siguientes medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aguas superficiales: ríos, quebradas, arroyos, lagos, lagunas, embalses, canal artificial. • Aguas marinas: interiores, costeras y exteriores (oceánicas). Las contenidas en la zona económica exclusiva, mar territorial y aguas interiores con su lecho y subsuelo de acuerdo con la normatividad vigente en la materia. Las aguas marinas se subdividen en aguas costeras y oceánicas. • Suelo asociado a un acuífero: entendido este como una formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua a través de ella en cantidades significativas para el abastecimiento de una población o para el desarrollo de una actividad económica, de modo que pueda extraerse mediante obras de captación. 	<p>Se requiere tramitar el permiso de vertimiento en todos los casos, excepto cuando la disposición final se plantee realizarla a través de terceros previamente autorizados para esta actividad.</p>

TIPO DE TRÁMITE	CUANDO SE REQUIERE	APLICACIÓN A LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS
	<ul style="list-style-type: none"> • Ocupación de cauces: La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua permanente o intermitente, así como ejecución de obras de rectificación de cauces o de defensa de los taludes marginales y estabilización de laderas para evitar inundaciones o daños en los predios ribereños. 	Se requiere tramitar el permiso de ocupación de cauce en todos los casos en los que exista ocupación de cauce de un cuerpo de agua, en desarrollo de las actividades del proyecto (adecuación, mejoramiento, construcción).
	<ul style="list-style-type: none"> • Permiso de estudio con fines de investigación científica: Los proyectos de investigación científica en diversidad biológica que involucren alguna o todas las actividades de colecta, recolecta, captura, caza, pesca, manipulación del recurso biológico y su movilización en el territorio nacional. 	Se considera como actividad de investigación científica la caracterización de flora y fauna requerida en desarrollo de los Estudios de impacto ambiental ya que involucran actividades de colecta, captura, pesca, manipulación del recurso biológico y su movilización en el territorio nacional. Por lo anterior para todo EIA se requiere el trámite del Permiso de investigación científica que estará en cabeza del equipo consultor responsable de dicha investigación.
	<ul style="list-style-type: none"> • Permiso de Aprovechamiento Forestal: El aprovechamiento forestal (único, persistente y doméstico) de bosques naturales de propiedad pública. 	Se requiere tramitar el permiso de aprovechamiento forestal en todos los casos en los cuales el desarrollo de las actividades del proyecto implique la remoción de cobertura vegetal arbórea (fustal) en volúmenes superiores a 20 m ³ .
AUTORIZACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Autorización para disposición final de residuos: La disposición final de residuos sólidos, tales como escombros y material de excavación, requiere el previo trámite de la autorización respectiva. 	Se requiere el trámite de la autorización para disposición final de residuos de material de excavación y sobrantes ZODMES.

FUENTE: Las Autoras, 2012

En los diagramas presentados en el **Anexo 1**, se esquematiza la gestión requerida en un proyecto de perforación exploratoria, para la obtención de los permisos, autorizaciones y concesiones para el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales. Y en la **Tabla 24**, se establecen los requisitos generales para la solicitud de los permisos, autorización y concesiones.

Tabla 24. Requisitos generales para la solicitud de permisos, autorizaciones y concesiones.

TIPO DE TRÁMITE	REQUISITOS GENERALES	NORMATIVIDAD APLICABLE
CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación clara de la fuente de captación • Ubicación Georeferenciada utilizando coordenadas planas Datum Magna Sirgas • Nombre de la fuente que se aprovechará, caudal requerido, destinación y término por el que se solicita la concesión. • Planos de Descripción de los sistemas de captación, derivación, conducción y distribución del caudal. • Análisis de disponibilidad de agua en la fuente a aprovechar (Régimen de caudales y caudal ecológico). • Identificación de usos y usuarios de la fuente de agua. 	<p>Decreto Ley 2811 de 1974 artículos 86 y ss. Decreto 1541 de 1978 artículos 36 y ss.</p>
PERMISO DE EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRANEAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio hidrogeológico que respalde técnicamente la solicitud en el cual se debe incluir como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Localización de los sondeos eléctricos verticales, datos de campo, interpretación de resultados y perfiles geológico – geofísicos realizados. ○ Mapa geológico de la zona 1:25.000 y descripción de la(s) unidad(es) hidrogeológica(s) a captar. ○ Modelo hidrogeológico conceptual • Localización de pozos, aljibes o nacimientos existentes en el área del proyecto • Descripción de técnica o mecanismos de perforación • Relación y especificaciones de los equipos que se van a utilizar, Sistema de perforación a emplear y plan de trabajo 	<p>Decreto 1541 de 1978 artículos 146 y ss.</p>
PERMISO EMISIONES ATMOSFÉRICAS	<p>No se requiere permiso de emisiones atmosféricas para las actividades de perforación exploratoria.</p>	
PERMISO VERTIMIENTO A AGUAS SUPERFICIALES	<ul style="list-style-type: none"> • Características de las actividades que generan el vertimiento; tipo de descarga residual • Ubicación, descripción de la operación del sistema de tratamiento de vertimientos, memorias técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, planos de detalle del sistema de tratamiento y condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará • Caudal de la descarga expresada en litros por segundo; frecuencia de la descarga expresada en días por mes; tiempo de la descarga expresada en horas por día; tipo de flujo de la descarga (flujo continuo o intermitente). • Nombre de la fuente receptora del vertimiento indicando la cuenca hidrográfica a la que pertenece; • La localización de los puntos de descarga en el sistema de referencia oficial del país (actualmente MAGNA-SIRGAS). • También se debe establecer la localización en términos administrativos estableciendo el departamento, municipio y vereda y predio. • Para identificar el sistema receptor del vertimiento, en el caso de cuerpos de aguas superficiales se debe identificar la subzona hidrográfica y la cuenca del nivel subsiguiente a la que pertenece, aplicando lo establecido por el MADS mediante acto administrativo y que acoge lo considerado por el IDEAM • Comparar las condiciones de calidad de la fuente (metas, objetivos de calidad) con el impacto del vertimiento (calidad del agua del mismo). • Se debe reportar los resultados de caracterización de la 	<p>Decreto Ley 2811 de 1974 capítulo II y Título VIII</p> <p>Decreto 1594 de 1984. Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos</p> <p>Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.</p> <p>Decreto 4728 de 2010. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.</p>

TIPO DE TRÁMITE	REQUISITOS GENERALES	NORMATIVIDAD APLICABLE
	<p>fuelle receptora (aguas arriba del vertimiento). Las caracterizaciones deben ser con muestreo realizado por laboratorio acreditado por el IDEAM. Para cada punto de vertimiento, se deberá realizar el procedimiento de muestreo en el punto de control del vertimiento, previo a la descarga de las aguas residuales a la fuente receptora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Evaluación Ambiental del vertimiento debe contener: <ul style="list-style-type: none"> • Localización georreferenciada de proyecto, obra o actividad. • Memoria detallada del proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar, con especificaciones de procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento. • Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos. • Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo. Para tal efecto se debe tener en cuenta los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico y/o el plan de manejo ambiental del acuífero asociado. • Predicción a través de modelos de simulación de los impactos que cause el vertimiento en el cuerpo de agua y/o al suelo, en función de la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua receptor y de los usos y criterios de calidad establecidos en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. • Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento. • Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo. • Posible incidencia del proyecto, obra o actividad en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptarán para evitar o minimizar efectos negativos de orden socio cultural que puedan derivarse de la misma. • Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento (PGRMV) que debe incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y programa de rehabilitación y recuperación. El PGRMV es un requisito para la obtención del permiso de vertimientos; por lo cual en el permiso de vertimientos se debe incluir la aprobación del PGRMV. 	<p>Resolución 1096 de 2000. Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS.</p> <p>Resolución 688 de 2003, por la cual se modifica los artículo 86, 123, 126 y 210 de la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.</p> <p>Resolución 1459 de 2005. Por la cual se modifica la Resolución número 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS.</p> <p>Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010. Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años.</p> <p>POMCAS de las fuentes receptoras, planes de ordenamiento territorial y otras regulaciones del orden local.</p>

TIPO DE TRÁMITE	REQUISITOS GENERALES	NORMATIVIDAD APLICABLE
PERMISO VERTIMIENTO A SUELO ASOCIADO A UN ACUÍFERO	<ul style="list-style-type: none"> Además de lo anteriormente solicitado para el vertimiento en aguas superficiales, en el caso de la disposición al suelo asociado a un acuífero, es necesario establecer la condición de asociatividad y las características de la misma. Estudio hidrogeológico que respalde técnicamente la solicitud en el cual se debe incluir como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> Localización de los sondeos eléctricos verticales, datos de campo, interpretación de resultados y perfiles geológico – geofísicos realizados. Mapa geológico de la zona 1:25.000 y descripción de la(s) unidad(es) hidrogeológica(s) a captar. Modelo hidrogeológico conceptual Localización de pozos, aljibes o nacimientos existentes en el área del vertimiento 	<p>Decreto 3930 de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.</p> <p>Decreto 4728 de 2010. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.</p>
PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCES	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación concreta en coordenadas Datum Magna Sirgas y localización en planos a escala adecuada. Descripción de la dinámica fluvial del sitio de ocupación de cauce Descripción técnica de las obras a construir. Planos, diseños y memorias técnicas y descriptivas de las obras propuestas. (Cálculo estructural e hidráulico), firmados por persona idónea, con matrícula profesional 	<p>Decreto Ley 2811 de 1974 artículo 102</p> <p>Decreto 1541 de 1978 artículos 104, 184 inciso 3º, 188 y 192</p>
PERMISO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL	<ul style="list-style-type: none"> Justificación técnica de la necesidad de realizar el aprovechamiento forestal. Plano de ubicación con coordenadas geográficas, planas y delimitación (establecimiento de linderos) de las áreas solicitadas para aprovechamiento forestal. Régimen de propiedad de las áreas objeto de aprovechamiento forestal. Extensión de las áreas objeto de aprovechamiento, así como identificación taxonómica de especies, volumen y uso que se pretende dar a los productos. Presentación del Plan de Aprovechamiento Forestal, en el que se incluya un inventario estadístico con error de muestreo no superior al quince por ciento (15%) y una probabilidad del noventa y cinco por ciento (95%). Se deben indicar los proyectos compensatorios tales como protección, conservación y repoblación forestal, que se contemplarán en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto. 	<p>Decreto 1791 de 1996</p> <p>Decreto 2803 de 2010</p>
AUTORIZACIÓN PARA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico) del área a intervenir (original y modificado). Volumen y tipo de material que se depositará. Descripción de las acciones para la adecuación previa del sitio. Diseño de las obras de contención, confinamiento y manejo de aguas superficiales y subterráneas. 	<p>Decreto 2811 de 1974 artículos 35 y 38</p> <p>Resolución MAVDT 541 de 1994, artículo 4</p>

Fuente: Las Autoras, 2012

2.3.1 Resultados Gestión Ambiental Estudio de Caso En la Tabla 25, se presenta una relación de los recursos naturales necesarios para el desarrollo de la actividad de perforación exploratoria dentro del Bloque VMM2.

Tabla 25. Resumen general de los recursos naturales requeridos para el proyecto de Perforación Exploratoria del Bloque VMM2.

RECURSO NATURAL REQUERIDO	DESCRIPCIÓN																																																										
Aguas Superficiales	<p>Como fuentes de captación se solicita la concesión de aguas superficiales de los cuerpos de agua enlistados a continuación. Se propone realizar la captación en las siguientes franjas con una movilidad de 100m, bajo las siguientes coordenadas:</p> <table border="1" data-bbox="464 622 1447 1016"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CUERPO DE AGUA</th> <th rowspan="2">PUNTO DE LA FRANJA</th> <th rowspan="2">VEREDA</th> <th rowspan="2">MUNICIPIO</th> <th colspan="2">UBICACIÓN</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Quebrada Guaduas</td> <td>Inicial</td> <td rowspan="2">Guaduas</td> <td>Aguachica</td> <td>1045186.9</td> <td>1393866.3</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1045119.9</td> <td>1393817.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Río Lebrija</td> <td>Inicial</td> <td rowspan="2">Barranca de Lebrija</td> <td>Aguachica</td> <td>1039106.9</td> <td>1377805.0</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1039026.9</td> <td>1377864.8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Río Magdalena</td> <td>Inicial</td> <td rowspan="2">Casco urbano de Gamarra</td> <td>Gamarra</td> <td>1036391.4</td> <td>1411991.4</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Gamarra</td> <td>1036317.2</td> <td>1412059.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Quebrada Buturama</td> <td>Inicial</td> <td rowspan="2">Buturama</td> <td>Aguachica</td> <td>1042225.6</td> <td>1402131.1</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1042321.0</td> <td>1402160.8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Caño Peralonso</td> <td>Inicial</td> <td rowspan="2">El Juncal</td> <td>Aguachica</td> <td>1049075.4</td> <td>1394867.7</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1049150.0</td> <td>1394932.7</td> </tr> </tbody> </table>	CUERPO DE AGUA	PUNTO DE LA FRANJA	VEREDA	MUNICIPIO	UBICACIÓN		ESTE	NORTE	Quebrada Guaduas	Inicial	Guaduas	Aguachica	1045186.9	1393866.3	Final	Aguachica	1045119.9	1393817.4	Río Lebrija	Inicial	Barranca de Lebrija	Aguachica	1039106.9	1377805.0	Final	Aguachica	1039026.9	1377864.8	Río Magdalena	Inicial	Casco urbano de Gamarra	Gamarra	1036391.4	1411991.4	Final	Gamarra	1036317.2	1412059.3	Quebrada Buturama	Inicial	Buturama	Aguachica	1042225.6	1402131.1	Final	Aguachica	1042321.0	1402160.8	Caño Peralonso	Inicial	El Juncal	Aguachica	1049075.4	1394867.7	Final	Aguachica	1049150.0	1394932.7
	CUERPO DE AGUA					PUNTO DE LA FRANJA	VEREDA	MUNICIPIO	UBICACIÓN																																																		
		ESTE	NORTE																																																								
	Quebrada Guaduas	Inicial	Guaduas	Aguachica	1045186.9	1393866.3																																																					
Final		Aguachica		1045119.9	1393817.4																																																						
Río Lebrija	Inicial	Barranca de Lebrija	Aguachica	1039106.9	1377805.0																																																						
	Final		Aguachica	1039026.9	1377864.8																																																						
Río Magdalena	Inicial	Casco urbano de Gamarra	Gamarra	1036391.4	1411991.4																																																						
	Final		Gamarra	1036317.2	1412059.3																																																						
Quebrada Buturama	Inicial	Buturama	Aguachica	1042225.6	1402131.1																																																						
	Final		Aguachica	1042321.0	1402160.8																																																						
Caño Peralonso	Inicial	El Juncal	Aguachica	1049075.4	1394867.7																																																						
	Final		Aguachica	1049150.0	1394932.7																																																						
	<p>Los caudales requeridos durante la ejecución de las actividades programadas en el bloque VMM2 se describen en la siguiente tabla.</p>																																																										
Aguas Superficiales	<table border="1" data-bbox="464 1088 1447 1429"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIPO DE USO</th> <th colspan="2">CONSUMO APROXIMADO</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>l/s</th> <th>bls./día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Uso industrial</td> <td>2,0</td> <td>1258</td> <td rowspan="2">Los valores mostrados en la tabla se refieren a consumos máximos estimados que se pueden generar durante las actividades de construcción y perforación exploratoria de cada pozo del área de perforación exploratoria. Durante la fase de perforación se utilizarán contenedores para el alojamiento del personal calificado, los cuales contarán con unidades sanitarias completas (sanitario, ducha y lavamanos), además de las instalaciones requeridas para el lavado de implementos de cocina y aseo general.</td> </tr> <tr> <td>Uso doméstico</td> <td>0,5</td> <td>314</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE USO	CONSUMO APROXIMADO		OBSERVACIONES	l/s	bls./día	Uso industrial	2,0	1258	Los valores mostrados en la tabla se refieren a consumos máximos estimados que se pueden generar durante las actividades de construcción y perforación exploratoria de cada pozo del área de perforación exploratoria. Durante la fase de perforación se utilizarán contenedores para el alojamiento del personal calificado, los cuales contarán con unidades sanitarias completas (sanitario, ducha y lavamanos), además de las instalaciones requeridas para el lavado de implementos de cocina y aseo general.	Uso doméstico	0,5	314																																													
	TIPO DE USO		CONSUMO APROXIMADO			OBSERVACIONES																																																					
		l/s	bls./día																																																								
	Uso industrial	2,0	1258	Los valores mostrados en la tabla se refieren a consumos máximos estimados que se pueden generar durante las actividades de construcción y perforación exploratoria de cada pozo del área de perforación exploratoria. Durante la fase de perforación se utilizarán contenedores para el alojamiento del personal calificado, los cuales contarán con unidades sanitarias completas (sanitario, ducha y lavamanos), además de las instalaciones requeridas para el lavado de implementos de cocina y aseo general.																																																							
Uso doméstico	0,5	314																																																									
	<table border="1" data-bbox="464 1509 1447 1749"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIPO DE USO</th> <th colspan="2">CONSUMO APROXIMADO</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>l/s</th> <th>bls./día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor de seguridad</td> <td>0,5</td> <td>314</td> <td rowspan="2">El agua para consumo humano durante las actividades de construcción, adecuación y perforación exploratoria será suministrada por el contratista a cargo, utilizando para ello agua purificada en botellones, los cuales serán adquiridos en las cabeceras municipales.</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>3</td> <td>1886</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE USO	CONSUMO APROXIMADO		OBSERVACIONES	l/s	bls./día	Factor de seguridad	0,5	314	El agua para consumo humano durante las actividades de construcción, adecuación y perforación exploratoria será suministrada por el contratista a cargo, utilizando para ello agua purificada en botellones, los cuales serán adquiridos en las cabeceras municipales.	TOTAL	3	1886																																													
TIPO DE USO	CONSUMO APROXIMADO		OBSERVACIONES																																																								
	l/s	bls./día																																																									
Factor de seguridad	0,5	314	El agua para consumo humano durante las actividades de construcción, adecuación y perforación exploratoria será suministrada por el contratista a cargo, utilizando para ello agua purificada en botellones, los cuales serán adquiridos en las cabeceras municipales.																																																								
TOTAL	3	1886																																																									

RECURSO NATURAL REQUERIDO	DESCRIPCIÓN																																						
Aguas Subterráneas	<p>Se solicita permiso para hacer exploración de aguas subterráneas, con el fin de perforar pozos para hacer captación de aguas de uso doméstico e industrial, en cada sitio seleccionado como plataforma multipozo. Para este fin, se tendrán en cuenta los resultados de la zonificación ambiental y la caracterización hidrogeológica de la zona. Los permisos de captación de aguas subterráneas se solicitarán a través del PMA respectivo para cada plataforma, una vez se hayan definido los sitios donde se ubicarán las mismas, soportados con las pruebas de bombeo y caracterización hidrogeológica específica para cada sitio. Se recomiendan profundidades de perforación de hasta 70 m.</p>																																						
Vertimientos	<p>Para el vertimiento del agua residual industrial y doméstica se plantean las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar vertimiento en las vías despavimentadas de acceso a las locaciones y en vías secundarias veredales en épocas de verano previo cumplimiento de todos los estándares exigidos en el Decreto 1594 de 1984. - Realizar vertimiento por aspersión, previo tratamiento y cumpliendo con los parámetros de los artículos 38 y 72 del Decreto 1594 de 1984. Dicho vertimiento estará supeditado al tipo de suelo, para tal propósito, se recomienda hacer el vertimiento por aspersión en las unidades de suelo PSab1, Ara, AUa2, CObc2p, SUax. Dicha selección se hace con base en la capacidad de infiltración de estos tipos de suelo (determinada mediante pruebas de percolación), y en la sensibilidad ambiental (predominantemente baja), producto de la zonificación ambiental del presente estudio. - Realizar vertimiento directo a los siguientes cuerpos de agua, inmediatamente adyacente a los puntos de captación planteados y con un rango de movilidad de 100m, bajo las siguientes coordenadas: <table border="1" data-bbox="528 936 1385 1218"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Cuerpo de Agua</th> <th rowspan="2">Punto</th> <th rowspan="2">Vereda</th> <th rowspan="2">Municipio</th> <th colspan="2">Ubicación</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Quebrada Guaduas</td> <td>Inicio</td> <td rowspan="2">Guaduas</td> <td>Aguachica</td> <td>1045186.9</td> <td>1393866.3</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1045119.9</td> <td>1393817.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Río Lebrija</td> <td>Inicio</td> <td rowspan="2">Barranca de Lebrija</td> <td>Aguachica</td> <td>1039106.9</td> <td>1377805.0</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Aguachica</td> <td>1039026.9</td> <td>1377864.8</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Río Magdalena</td> <td>Inicio</td> <td rowspan="2">Casco urbano de Gamarra</td> <td>Gamarra</td> <td>1036391.4</td> <td>1411991.4</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>Gamarra</td> <td>1036317.2</td> <td>1412059.3</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Reinyección en las formaciones Colorado, Mugrosa, Esmeraldas, La Paz, y Lisama, caracterizadas por poseer porosidad primaria. La reinyección se llevará a cabo a través de pozos existentes, que se encuentren cerrados o abandonados, o nuevos pozos por perforar, una vez se evalúen las condiciones físicas, químicas e hidrogeológicas de las formaciones y se definan los sitios donde se construirán las plataformas. La máxima profundidad a la cual se estaría llevando a cabo la Reinyección sería de 10.000 pies. 	Cuerpo de Agua	Punto	Vereda	Municipio	Ubicación		Este	Norte	Quebrada Guaduas	Inicio	Guaduas	Aguachica	1045186.9	1393866.3	Final	Aguachica	1045119.9	1393817.4	Río Lebrija	Inicio	Barranca de Lebrija	Aguachica	1039106.9	1377805.0	Final	Aguachica	1039026.9	1377864.8	Río Magdalena	Inicio	Casco urbano de Gamarra	Gamarra	1036391.4	1411991.4	Final	Gamarra	1036317.2	1412059.3
Cuerpo de Agua	Punto					Vereda	Municipio	Ubicación																															
		Este	Norte																																				
Quebrada Guaduas	Inicio	Guaduas	Aguachica	1045186.9	1393866.3																																		
	Final		Aguachica	1045119.9	1393817.4																																		
Río Lebrija	Inicio	Barranca de Lebrija	Aguachica	1039106.9	1377805.0																																		
	Final		Aguachica	1039026.9	1377864.8																																		
Río Magdalena	Inicio	Casco urbano de Gamarra	Gamarra	1036391.4	1411991.4																																		
	Final		Gamarra	1036317.2	1412059.3																																		
Utilización de Material de Cantera o arrastre	<p>En las actividades a desarrollar dentro del Bloque Exploratorio Valle del Magdalena Medio 2 se requiere material de arrastre o cantera para la conformación de la capa de rodadura de las vías a construir o en su mantenimiento y en las obras que involucran concreto como son las placas, los celler, las alcantarillas, box couvert, cunetas, desarenadores, entre muchas otras.</p> <p>Los materiales requeridos, serán comprados a terceros que cuenten con los respectivos permisos por parte del INGEOMINAS y de CORPOCESAR. A continuación se relacionan los sitios actualmente autorizados para la venta de dicho material por CORPOCESAR.</p> <table border="1" data-bbox="472 1727 1441 1845"> <thead> <tr> <th>N° EXPEDIENTE</th> <th>TITULAR</th> <th>N°RESOLUCIÓN</th> <th>CUERPO DE AGUA</th> <th>UBICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SGA-031-06</td> <td>Edmundo Jordán Gámez y Edgar Quintero Jiménez</td> <td>821 del 02/10/07</td> <td>Quebrada Torcoroma</td> <td>San Martín</td> </tr> </tbody> </table>	N° EXPEDIENTE	TITULAR	N°RESOLUCIÓN	CUERPO DE AGUA	UBICACIÓN	SGA-031-06	Edmundo Jordán Gámez y Edgar Quintero Jiménez	821 del 02/10/07	Quebrada Torcoroma	San Martín																												
N° EXPEDIENTE	TITULAR	N°RESOLUCIÓN	CUERPO DE AGUA	UBICACIÓN																																			
SGA-031-06	Edmundo Jordán Gámez y Edgar Quintero Jiménez	821 del 02/10/07	Quebrada Torcoroma	San Martín																																			

RECURSO NATURAL REQUERIDO	DESCRIPCIÓN																																						
	N° EXPEDIENTE	TITULAR	NRESOLUCIÓN	CUERPO DE AGUA	UBICACIÓN																																		
	SGA- 017-07	Consortio Vías del Valle	1044 del 26/11/07	Quebrada Torcoroma	San Martín																																		
	SGA-039-07	María Dolly Prada Márquez	902 de 23/10/07	--	San Martín																																		
	SGA-075-07	Aurelio Esenover Lizarazo, Rafael Ortiz Jácome y Ángel Ortega Amaya	1079 de 30/11/07	Quebrada Guaduas	Aguachica																																		
	SGA-076-07	Ciro Alfonso Vergel y Salomón Medina Gaitán	1086 de 30/11/07	Quebrada Peralonso	Aguachica																																		
Ocupación de Cauces	<p>Los cruces de cauces necesarios en la construcción de las vías de acceso en diferentes sectores de las áreas de interés, se construirán estructuras que cumplan puntualmente con el drenaje del caudal particular. Las posibles obras a construir en los cruces de cuerpos de agua son bateas, alcantarillas sencillas, dobles y demás de 24" y 36" y box coulvert, con sus respectivos descoles y encoles, además de obras de arte como cunetas en tierra o recubiertas de concreto a lo largo de las vías. El diseño definitivo con dimensiones y especificaciones de las obras en cada sitio puntual, se realizará de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio hidráulico detallado.</p> <p>Las ocupaciones de cauce requeridas, se describen a continuación haciendo referencia al drenaje a intervenir y su respectiva coordenada:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">COORDENADAS DE OCUPACIÓN DE CAUCE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Punto</th> <th rowspan="2">Cauce</th> <th colspan="2">Coordenadas iniciales</th> <th colspan="2">Coordenadas finales</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Cañada El Cejudo</td> <td>1,047,279</td> <td>1,388,722</td> <td>1,047,277</td> <td>1,388,721</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Caño NN</td> <td>1,046,380</td> <td>1,394,405</td> <td>1,046,377</td> <td>1,394,398</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Ramal Cañada El Hormiguero</td> <td>1,042,057</td> <td>1,400,719</td> <td>1,042,056</td> <td>1,400,718</td> </tr> </tbody> </table>					COORDENADAS DE OCUPACIÓN DE CAUCE						Punto	Cauce	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales		Este	Norte	Este	Norte	1	Cañada El Cejudo	1,047,279	1,388,722	1,047,277	1,388,721	2	Caño NN	1,046,380	1,394,405	1,046,377	1,394,398	3	Ramal Cañada El Hormiguero	1,042,057	1,400,719	1,042,056	1,400,718
COORDENADAS DE OCUPACIÓN DE CAUCE																																							
Punto	Cauce	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales																																			
		Este	Norte	Este	Norte																																		
1	Cañada El Cejudo	1,047,279	1,388,722	1,047,277	1,388,721																																		
2	Caño NN	1,046,380	1,394,405	1,046,377	1,394,398																																		
3	Ramal Cañada El Hormiguero	1,042,057	1,400,719	1,042,056	1,400,718																																		
Aprovechamiento Forestal	<p>A continuación se presenta el volumen por hectárea estimado para cada cobertura vegetal leñosa, en caso de ser necesaria su remoción, de acuerdo con el volumen calculado del inventario forestal realizado.</p> <p>Volumen comercial y total estimado a remover.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COBERTURA</th> <th>VOL COMERCIAL (m³/Ha)</th> <th>VOL TOTAL (m³/Ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pastos arbolados</td> <td>1.94</td> <td>17.88</td> </tr> <tr> <td>Vegetación en transición</td> <td>8.1</td> <td>127.02</td> </tr> <tr> <td>Bosque ripario</td> <td>17.71</td> <td>199.74</td> </tr> <tr> <td>Bosque inundable</td> <td>25.2</td> <td>370.04</td> </tr> </tbody> </table> <p>Es importante destacar que el volumen de biomasa a remover se definirá en el Plan de Manejo Ambiental para cada uno de los pozos exploratorios y vías a construir.</p>					COBERTURA	VOL COMERCIAL (m ³ /Ha)	VOL TOTAL (m ³ /Ha)	Pastos arbolados	1.94	17.88	Vegetación en transición	8.1	127.02	Bosque ripario	17.71	199.74	Bosque inundable	25.2	370.04																			
COBERTURA	VOL COMERCIAL (m ³ /Ha)	VOL TOTAL (m ³ /Ha)																																					
Pastos arbolados	1.94	17.88																																					
Vegetación en transición	8.1	127.02																																					
Bosque ripario	17.71	199.74																																					
Bosque inundable	25.2	370.04																																					
Materiales sobrantes de corte y excavación	<p>Durante la etapa de construcción será necesario contar con zonas de uso temporal apropiadas para el manejo los materiales generados, con obras para el manejo de aguas de escorrentía de procesos erosivos, ZODME's. Las áreas en las cuales se van a ubicar los ZODME's serán elegidas de acuerdo a la zonificación ambiental y corresponderán a las mismas intervenidas por el proyecto.</p> <p>Los materiales pétreos necesarios para la adecuación y/o construcción de vías, tales como gravas y arenas, serán comprados a los proveedores de la región, en sitios debidamente autorizados.</p>																																						

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

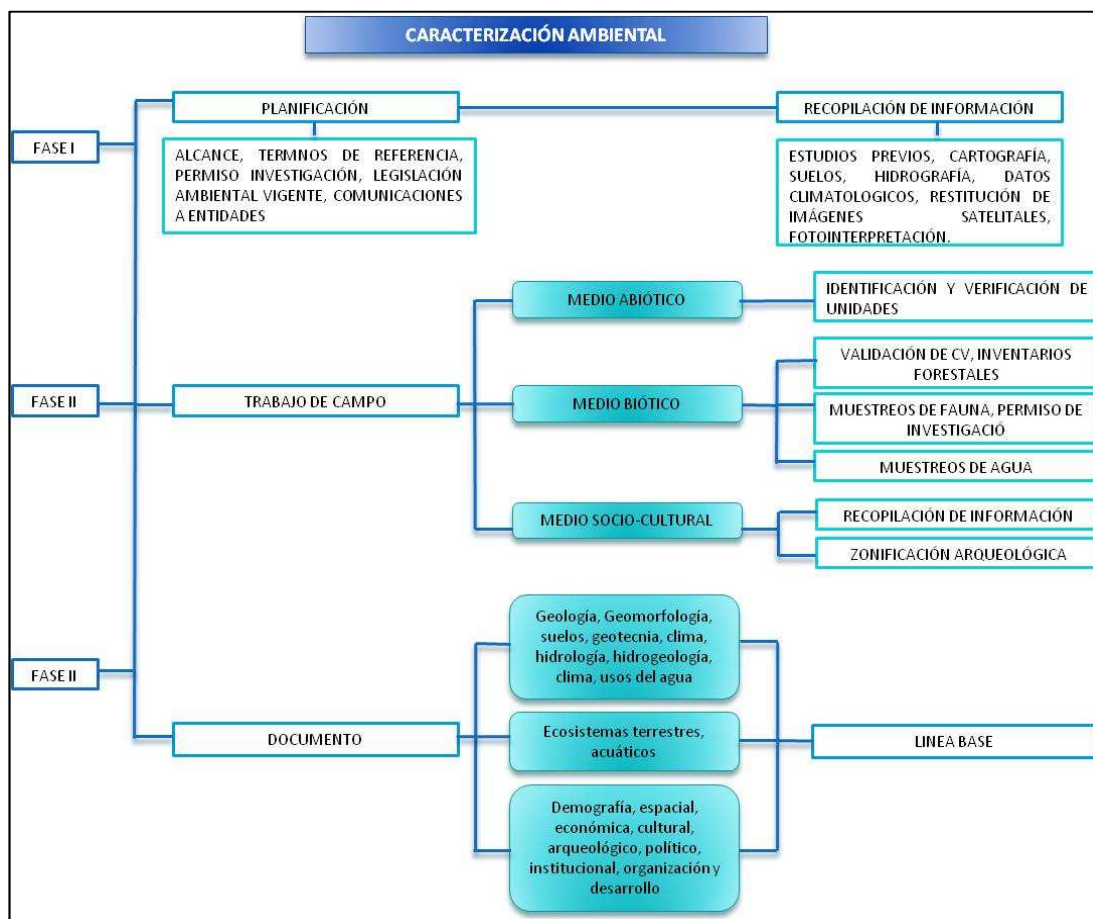
3. LINEAMIENTOS PARA LA CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL

La caracterización ambiental comprende la descripción de los componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y culturales del área, a partir de esta información se desarrolla la zonificación ambiental del área y la identificación y evaluación de los posibles impactos a generarse durante el desarrollo de la actividad, con base en los cuales se estructuran las medidas de manejo ambiental, necesarias para lograr la viabilidad ambiental del proyecto.

Los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos se caracterizan a partir de la información primaria recolectada durante visita de campo al área (**Figura 4**), en la que se deben realizar muestreos a la calidad de aguas superficiales, muestreos forestales (parcelas forestales), muestreos para identificación de fauna (instalación de trampas para pequeños mamíferos, cámaras trampa, trampas Thomahok y tendido de redes de niebla tanto para mamíferos voladores como para aves) y la aplicación de encuestas (aspectos fauna, flora y socioeconómico), entrevistas con la comunidad y la observación directa en el área de estudio.

La información primaria se complementa con la revisión de información secundaria, la cual se recopila en diferentes entidades, tales como alcaldías municipales (PBOT del Municipio, informes del SISBEN y hospital municipal), de igual forma se recopiló información de CAR's y de entidades de orden nacional tales como el IDEAM, IGAC, INGEOMINAS, ICANH, MINISTERIO DEL INTERIOR Y JUSTICIA, INCODER, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, MINISTERIO DE CULTURA, UAESPNN y ACCION SOCIAL (**Tabla 26**).

Figura 4. Caracterización ambiental del área de influencia de un proyecto de perforación exploratoria



Fuente: Las Autoras, 2012

Tabla 26. Lineamientos para la caracterización ambiental del área de influencia de un proyecto de perforación exploratoria

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (ESCALA 1:25.000 - EIA O MAYOR DETALLE)
ÁREA DE INFLUENCIA		<ul style="list-style-type: none"> Delimitar y definir el área de influencia con base en la identificación de los impactos que puedan generarse durante la construcción y operación del proyecto. Para la definición de estas unidades se tendrá en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas, y para los aspectos sociales, las entidades territoriales y las áreas étnicas de uso social, económico y cultural. Es importante tener en cuenta que la definición del área de influencia directa definida en el EIA este dada de acuerdo con la zonificación de

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (ESCALA 1:25.000 - EIA O MAYOR DETALLE)
		manejo ambiental del proyecto.
ABIÓTICO	GEOSFÉRICO	<ul style="list-style-type: none"> • Geología (unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes y ajustada con información de sensores remotos y control de campo e identificar y localizar amenazas naturales como remoción en masa y sísmica, presentar mapa 1:25.000 o mayores, perfiles o cortes geológicos y columna estratigráfico) • Geomorfología (Morfogénesis, morfología, morfodinámica) • Suelos (Presentar la clasificación agrologica 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 (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)
	HIDROCLIMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrología (Identificar sistemas lénticos y lóticos, establecer patrones de drenaje a nivel regional, identificar régimen hidrológico y de caudales característicos de las principales corrientes.) • Identificar tipo y distribución de redes de drenaje, describir y localizar la red hidrográfica e identificar la dinámica fluvial de fuentes, así como alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones), identificar las principales fuentes de vertimientos, identificando el generador y tipo de vertimiento, determinar régimen hidrológico y caudales máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de las posibles fuentes a intervenir • Calidad de agua (Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos. • Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl-), sulfatos (SO4), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez. Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales. Caracterización hidrobiológica: se definirán las comunidades a muestrear con base en las características de la corriente (perifiton, bentos, macrófitas y fauna íctica)) • Hidrogeología (tipo de acuífero, dirección de flujo, zonas de recarga y descarga, inventario de puntos de agua que incluyen pozos, aljibes y manantiales, unidades hidrogeológicas que intervendrá el proyecto, análisis de vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto) • Atmósfera (temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa, viento, radiación solar, nubosidad, altura de mezcla, estabilidad atmosférica, evaporación) • Calidad de aire (Identificar las fuentes de emisiones atmosféricas existentes en la zona: fijas, móviles, lineales y de área. La ubicación cartográfica de los asentamientos poblacionales, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación).
BIÓTICO	FLORA	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, sectorizar y describir zonas de vida y coberturas vegetales

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (ESCALA 1:25.000 - EIA O MAYOR DETALLE)
		<p>existentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización florística mediante muestreos forestales analizando composición florística, grado de sociabilidad, análisis estructural y volumen promedio por hectárea por tipo de cobertura. • Determinar fragmentación, dinámica sucesional y de regeneración natural. • Evaluar capacidad de asimilación o amortiguación e indicar tendencias de poblamiento o dispersión de las especies.
	FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la composición y riqueza de especies • Determinar cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación y rutas migratorias de las especies faunísticas más representativas • Establecer estados poblacionales de las especies • Identificar elementos faunísticos endémicos, en peligro de extinción o vulnerables
	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar ecosistemas acuáticos y determinar dinámica e importancia en el contexto regional • Identificar y caracterizar la biota acuática de mayor importancia ecológica y económica • Analizar diferentes hábitats, la distribución espacial y las interrelaciones con otros ecosistemas
SOCIOECONÓMICO	LINEAMIENTOS DE PARTICIPACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Informar sobre el proyecto y las implicaciones con las autoridades regionales • Informar, comunicar, mediante un acercamiento directo los alcances del proyecto, los impactos ambientales y medidas de manejo • Realizar proceso de consulta previa con las comunidades étnicas
	DEMOGRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad rural o urbana de las veredas que hacen parte del área de influencia del proyecto de perforación exploratoria
	ESPACIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Organización urbano-rural-funcional-servicios y cobertura • Infraestructura • Administrativo
	ECONÓMICA	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la propiedad • Procesos productivos y tecnológicos de los diferentes sectores de la economía • Caracterizar el mercado laboral • Analizar los programas o proyectos privados, públicos y/o comunitarios, previstos o en ejecución
CULTURAL	COMUNIDADES ÉTNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando en el área de influencia local y puntual, se encuentren asentadas comunidades étnicas que serán afectadas por el desarrollo del proyecto, se deben identificar estas comunidades, profundizando en la definición de los aspectos territoriales que involucran estas etnias, en cumplimiento del artículo 76 de la Ley 99 de 1993 y de lo establecido en la Ley 21 de 1991, en la Ley 70 de 1993 y en el Decreto 1320 de 1998
	COMUNIDADES NO ÉTNICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar hechos históricos relevantes • Caracterización de la apropiación de los recursos naturales por parte de los habitantes regionales (demanda, oferta, relación de pertenencia, usos culturales y tradicionales) • Analizar e identificar la población asentada
	ARQUEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Zonificación arqueológica • Plan de Manejo Arqueológico

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE, RESTRICCIONES Y SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL (ESCALA 1:25.000 - EIA O MAYOR DETALLE)
POLÍTICO-ORGANIZATIVA	POLITICO	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los actores sociales que interactúan en el área local del proyecto, analizando el grado de conflictividad generado por su interacción con el resto de la sociedad.
	INSTITUCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> Identificar y analizar la gestión de las instituciones y organizaciones públicas y privadas, organizaciones cívicas y comunitarias que tienen una presencia relevante en el área de influencia directa, como también la capacidad de convocatoria, de atender los cambios y demandas introducidos por el proyecto y población cubierta. Identificar y analizar los actores tales como instituciones, organizaciones y agentes sociales que intervienen en la resolución de conflictos
	ORGANIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Las organizaciones civiles, comunitarias y gremiales, con presencia o incidencia en el área, describiendo: <ul style="list-style-type: none"> Los programas o proyectos planeados o en ejecución, su capacidad administrativa, de gestión y cobertura, formas y grados de participación de la comunidad, interlocutores para la gestión ambiental. Los posibles espacios de participación con la comunidad, los interlocutores para el proceso de información del proyecto y presentación del PMA, determinando el tipo de percepción y respuesta frente al proyecto.
	DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los proyectos de desarrollo impulsados por el sector oficial o privado precisando las características, cobertura, estado en que se encuentran, agentes sociales involucrados y el tipo de participación que tiene o tendrán, con el objeto de evaluar la injerencia del proyecto en la dinámica local y regional
PAISAJE		<ul style="list-style-type: none"> 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

Fuente: Basado de los HI-TER-1-02 2010, EIA Bloque VMM2 2011, Las Autoras, 2012

3.1. RESULTADOS CARACTERIZACIÓN SOCIO-AMBIENTAL ESTUDIO DE CASO

El área de estudio está comprendida por el Bloque Valle Medio del Magdalena - 2 (VMM2), que se encuentra localizado en los municipios de Aguachica, Rio de Oro y Gamarra en el departamento de Cesar. De igual manera se contempla el municipio de Puerto Wilches en el departamento de Santander debido a los impactos que se pueden generar por el vertimiento directo propuesto sobre el Río

Lebrija. El Bloque VMM2 se encuentra en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR.

La caracterización se estructuró con base en los términos de referencia del sector hidrocarburos para Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos (HI-TER-1-02) de 2010 y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

3.1.1 identificación del área de influencia del proyecto. Para la caracterización ambiental, se estableció el área de influencia del proyecto, que se refiere al espacio físico-biótico y social que podrá ser afectado directamente en menor o mayor grado durante las actividades de exploración en el Bloque VMM2.

Para determinar el área de influencia del proyecto, se analizaron tres criterios que tienen relación con el alcance geográfico y las condiciones iniciales del área. Estos criterios son:

Límite del Proyecto: Se determina por el espacio que comprende el área de desarrollo del proyecto. Para esta definición, se limita la escala espacial al espacio físico o entorno natural donde se va a implementar el proyecto, es decir el límite del polígono del Bloque VMM2, a licenciar.

Límites espaciales y administrativos: Están relacionados con los límites Jurídico Administrativos del área donde se desarrollará el proyecto. Entendido como las veredas y el municipio al cual pertenecen.

Límites ecológicos: Están determinados por la escala espacial, sin limitarse al área constructiva y corresponde al área donde los impactos pueden evidenciarse

de modo inmediato, o extendiéndose hasta donde se pueden potencializar impactos derivados del proyecto.

El área espacial de los efectos sobre el entorno natural, incluye la gran cuenca del Río Magdalena, la subcuenca hidrográfica y las microcuencas del área de estudio, que pueden afectarse en el caso de un potencial derrame y el área de la gran cuenca del Río Magdalena, subcuenca del río Lebrija, Microcuenca Quebrada Guaduas en el sector en el cual se realiza el vertimiento, hasta donde se obtiene una mezcla y asimilación completa del mismo; para el caso de las emisiones atmosféricas, el espacio del proyecto puede extenderse hasta niveles regionales, debido al uso de vías para el acceso al área de interés Bloque VMM2.

3.1.2 Medio abiótico. El Bloque VMM2 está ubicado en el denominado Valle Medio del Magdalena, sobre el sector suroccidental del departamento del Cesar, y dentro de la cual se identifican las subcuencas y microcuencas de las quebradas Buturama, Santa Inés, Guaduas, Peralonso, entre otras, las cuales drenan sus aguas hacia el río Magdalena y sus ciénagas asociadas. Esta área presenta cotas que van desde los 50 msnm hasta los 200 msnm aproximadamente y que corresponde a una zona de clima cálido húmedo, por su alto índice de precipitaciones, y cálido seco

Para la descripción del componente geosférico, se llevó a cabo la caracterización física del área de interés, mediante la identificación de los rasgos más sobresalientes de los parámetros conformados por la Geología, Geomorfología, Clima e Hidrología, los cuales interpretan la dinámica terrestre y los procesos que la forman y la transforman, sumado a la descripción de los suelos y las amenazas naturales presentes en el Bloque.

3.1.2.1 Geología. En el Bloque VMM2 afloran rocas sedimentarias, de edad jurásica a cretácica, en el sector nororiental, y depósitos de sedimentos recientes

en la mayor parte del territorio, los cuales hacen parte de las planicies central y sur del bloque.

Adicionalmente, se presentan unidades en profundidad que hacen parte de la secuencia estratigráfica y cuya presencia en el área ha sido determinada a través de información de los pozos de Ecopetrol perforados en la región.

❖ **Marco Geológico Regional.**

El área del Bloque VMM2 hace parte del Graben del Río Magdalena, estructura reconocida desde tiempo atrás (Hettner, 1892; Stille, 1938; Weiske, 1938) y objeto de continuo estudio en los últimos años (Estrada, 1972; Macia y Mojica, 1981-1985; Mojica y Franco 1992); dicha estructura está dividida en tres bloques, a saber: Bloque Occidental o de San Lucas, Bloque Central o de Barrancabermeja y Bloque Oriental o de Pelaya. El Bloque VMM2 hace parte del Bloque Central o de Barrancabermeja.

El Bloque Central o de Barrancabermeja, es un bloque hundido, autóctono, moderadamente deformado, limitado al W por el sistema de Falla de Morales y al E por el sistema Aguachica-La Campana.

Está afectado por fallas inversas antitéticas (cuando la falla y los estratos presentan inclinaciones en sentidos opuestos), que en algunos casos forman bloques en cuña (pop up, back thrust), comunes en las zonas compresivas (Butler, 1982).

Está conformado por rocas sedimentarias cretáceas y terciarias con pliegues anticlinales y sinclinales suaves y cubiertos en un 90% por sedimentos recientes.

❖ **Estratigrafía.**

Las rocas que afloran en el Bloque VMM2 y sus alrededores están comprendidas entre el Jurásico y el reciente. El Jurásico está representado por la Unidad Volcanoclástica de Noreán (Jn), el Cretáceo por las formaciones Tablazo (Kit) y Simití (Kis). Discordantemente, sobre rocas cretácicas y terciarias, se encuentran los depósitos de conos aluviales (QTcal), depósitos de conos y terrazas (Qcal), depósitos aluviales de llanuras de inundación y terrazas (Qfal), depósitos fluvio – lacustres (Qfl) y depósitos fluviales de canal (Qfc).

Además de las unidades anteriormente descritas, se tienen en cuenta la Formación Girón (Jg) del Jurásico, unidades cretácicas como las formaciones Los Santos (Kils), Rosablanca (Kir), Paja (Kip), La Luna (Ksl) y Umir (Ksu) y las unidades terciarias Lisama (Tpl), La Paz (Tel), Esmeraldas (Tee), Mugrosa (Tom), Colorado (Toc) y Real (Tmr), debido a que estas unidades hacen parte de la secuencia estratigráfica de la región en profundidad, aunque no afloran en superficie.

❖ **Geología Estructural.**

Los rasgos estructurales observados en el sector norte del área de influencia del Bloque VMM2, evidencian un estilo estructural complejo de fallamiento en bloques. Se han diferenciado dos sistemas de fallas: dos principales, en sentido SW-NE el primero y SSE-NNW el segundo, que se entrecruzan formando un enrejado característico.

Las fallas de dirección SW-NE presentan una dirección que fluctúa entre los N60E y N30E. Son fallas de tipo inverso, con un paralelismo bien definido.

Dentro de las fallas de dirección SSE-NNW se encuentra la Falla de Aguachica que presenta una longitud de 63 Km en total, cerca del 60% de su trazo está cubierto por depósitos cuaternarios. Es de carácter inverso y con inclinación al NE.

Esta falla pone en contacto rocas de la Unidad Volcanoclástica de Noreán con la secuencia sedimentaria del Cretáceo.

Así mismo, se encuentra el Lineamiento El Dique, estructura regional inferida por imágenes de satélite, la cual corresponde al alineamiento en segmentos del río Magdalena y el Brazo del Dique en sentido N70W (Clavijo, 1992).

El grupo de fallas SE-NW-NNE está conformado por varias fallas, paralelas entre sí, de las cuales se destacan La Morena y La Campana (localizadas por fuera del área, en el sector nororiental); son fallas inversas de ángulo alto con inclinación hacia el NE, con un moderado juego sinistral, las cuales afectan las rocas de la Unidad Volcanoclástica de Noreán, tienen una longitud aproximada de 25 km y continúan hacia el área de Ocaña.

Las fallas La Campana y Aguachica conforman un sistema que se prolonga hacia el sur, dentro del área de influencia del Bloque Exploratorio VMM2. Este sistema es el límite entre dos bloques tectónicos (Central o Barrancabermeja y Oriental o de Pelaya), los cuales hacen parte del Graben del Río Magdalena.

❖ **Tectónica.**

La historia geológica de la región, donde está ubicada el área de estudio, está dividida en dos fases tectónicas distintas: una distensiva, ocurrida en el Mesozoico temprano (Jurásico Temprano, aprox. 205 m.a.) y otra compresiva, ocurrida en el Cenozoico (Terciario temprano 60 m.a. – reciente 1,6 m.a.).

Fase Distensiva. A finales del Triásico y comienzos del Jurásico, se inicia el proceso de ruptura de la Pangea, cuyas ramificaciones afectan gran parte del cratón suramericano en forma de grabens y cuencas de tracción, estando simultáneamente, por esta época, activa la Zona de Subducción del Pacífico Andino (Windley, 1984).

En lo que hoy son los territorios del Valle Medio del Magdalena, Valle del Río Cesar y Perijá, el proceso de distensión se inicia a principios del Jurásico (Maze, 1984; Macias, et al. 1985; Mojica, y Herrera, A., 1986; Estrada, 1972), en una franja estrecha conformada por metamorfitas y sedimentitas paleozoicas, que por esfuerzos distensivos, empieza a hundirse en bloques escalonados por fallamiento normal que forman el graben primario.

La distensión continúa, siguiendo un patrón de zig-zag, producido por el fallamiento normal a ambos lados y por el desplazamiento lateral en los bloques fallados. Se forman entonces dos sistemas de fallas, uno principal N-NE y otro subordinado SE-NW, que lo desplaza.

El fallamiento controla la aparición de volcanismo andesítico y cuerpos intrusivos granodioríticos, que acompañan la irrupción de un mar somero, lo cual permite la acumulación de los sedimentos, sepultando así el basamento paleozoico. Posteriormente, este mar mediterráneo desaparece para dar paso a una sedimentación fluvio – lacustre. Simultáneamente, con el hundimiento y ensanchamiento del graben, se produce un volcanismo explosivo que aporta gran parte del material de relleno de la cuenca y da origen a la Unidad Volcano-Clástica de Noreán.

A finales del Jurásico Medio el volcanismo entra en una etapa de declinación, acompañada de la intrusión de una nueva generación de cuerpos granodioríticos. Durante el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano se suceden eventos epirogénicos, que levantan los bloques limítrofes de la cuenca y hacen que el hundimiento del graben se acelere. El graben ahora ha alcanzado su anchura máxima y está limitado por las fallas de Palestina al Occidente y la Falla de Bucaramanga al Oriente. Como resultado de esta descompensación (ascenso – descenso) se forman abanicos aluviales de mayor o menor extensión como son

los que constituyen la Unidad Conglomerática de Arenal, que presenta en sus facies registros de actividad volcánica terminal.

En el Cretácico Temprano, después de un periodo de interrupción de la sedimentación, se continúa la subsidencia por el mismo mecanismo de distensión y fallamiento normal. La gran trasgresión del mar Cretácico irrumpe en el área en el Barremiano (116 m.a.) y continua hasta el Maastrichtiano (65 m.a.) depositando los sedimentos hoy constituyentes de las formaciones Tablazo, Simití, La Luna y Umir.

Fase compresiva. Esta fase se inicia en el Paleoceno (60 m.a.) y continúa en la actualidad. Este fenómeno se conoce como inversión (Milanovskii, 1983), pues el sentido de los esfuerzos se invierte, lo que a su vez hace que la velocidad de subsidencia disminuya paulatinamente hasta detenerse e iniciar un proceso de surrección.

En el Eoceno temprano (45 m.a.) se inicia el levantamiento de la provincia de macizos de Santander y Floresta. Durante este lapso la erosión remueve gran parte de la mega-secuencia cretácica, aportando el material que forma las potentes unidades terciarias. Sin embargo, el área de estudio por esta época se comporta como un área desprovista de sedimentación. Durante el Mioceno – Plioceno (20 – 1,6 m.a.) continúa el levantamiento de la Cordillera Oriental, en el área de Aguachica se inicia un levantamiento diferencial desde la periferia hacia el centro del valle. Como resultado de lo anterior, se levantan los bloques de San Lucas al occidente y el Bloque de Pelaya al Oriente.

Durante el Mioceno medio a tardío se presenta una fase de compresión más intensa; como consecuencia de esto las paleofallas normales profundas, formadas en la fase distensiva, son reactivadas como fallas inversas respondiendo a un esfuerzo de dirección E-W. En el Mioceno tardío – Plioceno – Pleistoceno se

deposita la secuencia molásica del Grupo Real, los depósitos semi consolidados de abanicos Pliocénicos (5,3 – 1,6 m.a.), estos últimos con indicios de deformación, y finalmente, los depósitos recientes (0,01 m.a.).

❖ **Identificación y Localización de las Amenazas Naturales.**

La identificación y evaluación de las condiciones del medio que pueden constituirse en amenazas naturales hacen parte del análisis integral de los recursos físicos – bióticos. De esta forma, el estudio de las amenazas naturales de origen geológico, hidrológico y atmosférico, tales como terremotos, erupciones volcánicas, movimientos de remoción en masa, inundaciones, huracanes, o eventos desastrosos causados por tecnologías peligrosas utilizadas por el hombre, no tiene por objeto la predicción de los eventos, sino la identificación del peligro latente (amenaza) y la minimización de su efecto para disminuir su impacto sobre la población, las infraestructuras, los recursos naturales y en general, sobre el desarrollo social y económico de una región o país (Oficina Nacional para la Atención de Desastres – ONAD, Presidencia de la República).

La descripción de las amenazas naturales se hace teniendo en cuenta lo observado en campo y la información secundaria plasmada en los planes y esquemas de ordenamiento territorial de los municipios de Aguachica, Rio de Oro y Gamarra, así como la Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Cesar (Arias & Morales, 1999) y del Atlas Ambiental del Departamento del Cesar (CORPOCESAR & ECOCARBÓN, 1996). Con respecto a la amenaza sísmica, ésta se basa en información de la página web de INGEOMINAS.

❖ **Amenaza Sísmica.**

El área del Bloque VMM2 se encuentra en zona de amenaza sísmica baja a intermedia. Esto, de acuerdo con el mapa de amenaza sísmica para Colombia, el

cual se basa en las aceleraciones del terreno. Los valores de aceleración del terreno, según el mapa de la NSR-98, oscilan entre 0,075 y 0,15 g.

El nivel de sismicidad en la región del Cesar es bajo, comparado con el resto del país, y corresponde a sismos superficiales asociados a rupturas o fracturas en la corteza superior (fallas), y a sismos de profundidad intermedia (hasta 150 km de profundidad).

La fuente sismogénica importante para el sector sur del departamento del Cesar la constituye la falla Santa Marta – Bucaramanga, con una dirección N17°W. La existencia de un movimiento sinistral durante el Paleógeno – Neógeno es en general aceptada según Tschanz et al. (1969) e Irving (1971), aunque su actividad reciente es discutible, pese a que se han registrado sismos históricos importantes en la proximidad de la falla. La observación detallada de imágenes de satélite ha permitido resaltar algunos indicativos de actividad neotectónica sobre esta falla, según Rivera (1989).

La ubicación de este sistema y su actividad asociada, catalogada de moderada a alta, son las circunstancias que determinan la distribución de las zonas de amenaza sísmica en la región, disminuyendo el grado de aceleración al alejarse de la cordillera hacia el occidente (Valle Medio del Magdalena).

❖ **Erosión y Avenidas Torrenciales.**

En general, predomina la erosión en surcos y laminar, y, en menor magnitud, cárcavas (amenaza baja). También se presentan problemas por socavación de orillas, causada por la dinámica de las quebradas, en especial las quebradas Peralonso, Guaduas y Buturama, y las avalanchas torrenciales que se presentan periódicamente en época de lluvia. Un número considerable de drenajes, que nacen en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, se caracterizan por tener fuertes pendientes en sus cabeceras. La destrucción de la vegetación boscosa

original y su reemplazo por pastos y cultivos limpios, incrementa la posibilidad de avenidas torrenciales.

La amenaza por avenidas torrenciales se considera media, en general para toda el área, debido a que las microcuencas del Bloque VMM2 tienen una forma general elongada, lo que indica una menor tendencia a la generación de este tipo de amenazas. Entre más redondeada tienda a ser una cuenca, menor será el tiempo de concentración del agua lluvia y por ende mayor será la posibilidad de que se presenten crecientes continuas.

❖ **Inundaciones.**

Los municipios de Gamarra y Aguachica se ven afectados por inundaciones en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Las aguas pueden alcanzar varios metros por encima del nivel normal.

Esta es la mayor amenaza que sufre el sur del Cesar, ya que se tienen inundaciones por desbordamiento de los ríos Magdalena y Lebrija, lo cual afecta las zonas bajas donde se encuentran las ciénagas y los caseríos de Barranca de Lebrija, Puerto Patiño, Puerto Mosquito y Loma de Corredor (amenaza alta). Adicionalmente, se han definido crecientes repentinas en las quebradas Buturama y Guaduas, con cotas máximas de hasta tres metros sobre su nivel base, evidenciadas y calculadas sobre los principales puentes. Tales eventos se han presentado en épocas de lluvia, durante las cuales se han presentado inundaciones de las planicies cercanas a los cauces mencionados.

3.1.2.2 Geomorfología. Regionalmente, el Bloque VMM2 se ubica dentro de la provincia del Valle Medio del Magdalena, la cual es una región de origen sedimentario marino, transicional y continental. Las unidades de paisaje que se presentan en el área a licenciar del Bloque VMM2 corresponden al Valle del Río Magdalena y al Piedemonte.

❖ **Morfogénesis.**

Para la determinación de las unidades morfogénicas presentes en el área del Bloque VMM2, se realizó una clasificación de acuerdo con el origen de las unidades, ya sean de origen deposicional o denudativo. Las unidades de origen deposicional se presentan tanto en los paisajes del Valle del Río Magdalena como de Piedemonte.

- Valle del Río Magdalena.

Es la porción de terreno de forma más o menos alargada, de topografía generalmente plana, que tiene como eje principal el curso del río Magdalena; la zona de estudio corresponde al llamado Valle Medio y se encuentra limitado por el piedemonte.

En este paisaje se encuentra la Llanura Aluvial de Desborde, la cual presenta las siguientes formas del terreno: orillares, diques y cubetas de decantación. En el área del Bloque VMM2 solo aparece la forma cubetas de decantación.

Cubetas de Decantación (CuD). Son formas plano-cóncavas, producto de la sedimentación de materiales finos (arcillas o limos), transportados por el río durante las épocas de desbordamiento.

En algunos sectores de varios kilómetros de amplitud y en sectores estrechos, por la proximidad al Piedemonte (conos de deyección y de explayamiento), el trazado de sus contornos es sinuoso. Ocupa la parte más baja de las formas del Valle del Río Magdalena.

Estas áreas presentan influencia tanto del río como de las aguas que escurren de las montañas y el piedemonte, motivo por el cual hay acumulación de sales.

- Piedemonte.

Es la superficie localizada entre la Montaña y el Valle del Río Magdalena. Su topografía varía de casi plana a inclinada, aunque en las áreas donde hay colinas puede llegar a inclinada y ondulada. Sus alturas oscilan entre 75 y 300 msnm.

Dentro del piedemonte se pueden apreciar dos tipos de relieve bien definidos: abanicos coalescentes, los cuales corresponden a la Llanura Aluvial de Piedemonte, y colinas, las cuales corresponden al Piedemonte Coluvial.

Conos de Deyección (CDey). Son las zonas de acumulación de materiales finos, con presencia de algunas gravas y gravillas, que en algunos sectores aparecen en la superficie.

Estas áreas ocupan la parte media del Piedemonte. Presentan topografía plano-convexa, configuración irregular y extremo inferior de trazado lobulado. Se encuentran dominadas por los flujos de escombros, los cuales en algunos sectores sepultan a estas superficies.

Flujos de Escombros (FE). Son las formas acumulativas que se encuentran muy próximas a la montaña. Sus materiales presentan algún trabajo, los hay de diferentes tamaños y clases. La topografía es transversal convexa y la longitudinal rectilínea; su configuración es de forma masiva y en la parte distal se presenta aspecto digitado. Ocupan las partes más altas dentro del piedemonte.

Los flujos de escombros en casi toda su extensión presentan erosión ligera a moderada, lo cual hace que predominen los suelos superficiales.

Conos de Explayamiento (CExp). Son las formas localizadas en las partes bajas de piedemonte, formadas por aportes medios y finos de composición heterogénea,

provenientes de la erosión de sus áreas vecinas (flujos de escombros, conos de deyección y montañas). El perfil topográfico que presenta esta unidad es plano cóncavo, la configuración alargada, de contornos sinuosos y de pendiente que no pasa del 3%.

La distribución de estas superficies es muy intrincada, ya que se halla bajo los conos de deyección y de flujos de escombros y dominando a las cubetas de decantación. En las partes más bajas de estas áreas se presentan encharcamientos temporales que dificultan su utilización.

- Vallecitos de Piedemonte (VaP).

Son superficiales plano-cóncavas, de configuración alargada y estrecha, producto de la disección en los flujos de escombros, en los conos de deyección y en las partes altas de los conos de explayamiento. El trazado de estas formas es un poco sinuoso, motivo por el cual durante las épocas de lluvia se presentan inundaciones y en algunos sectores encharcamientos.

Los materiales que forman parte de esta unidad son muy heterogéneos y heterométricos, y de distribución caótica.

- Modelado de Relieve de Origen Denudacional.

De este tipo de unidad solo se presentan las colinas de piedemonte.

Colinas de Piedemonte (CoP). Áreas de relieve accidentado y altura media, producto de la disección y entalle de las corrientes que surcan las unidades que conforman los abanicos coalescentes.

Dentro de este tipo de relieve se pueden apreciar dos formas principales del terreno, que son las cimas y las laderas. Las cimas presentan topografía convexa, configuración masiva, trazado de los contornos arqueados y posición alta; la erosión que se presenta en estas zonas va de moderada a severa, causa por la cual en algunos sectores hay gravilla y piedra en superficie.

❖ **Morfometría.**

De acuerdo a la metodología empleada por INGEOMINAS (2004a), a continuación se describen algunos elementos componentes del terreno como la hipsometría, el relieve relativo, las pendientes, patrón de drenaje y la densidad de drenaje.

- Hipsometría (Altimetría).

Para el área de estudio se observa que las llanuras aluviales de desborde y de piedemonte se encuentran por debajo de los 200 msnsm y la zona de colinas entre los 100 y los 300 msnm.

- Pendientes.

Las pendientes son en general planas a muy inclinadas, debido a que se trata de sedimentos recientemente depositados, ver **Tabla 27**.

Tabla 27. Valores de la pendiente para el Bloque VMM2.

RANGO (%)	DESCRIPCIÓN	AREA (HA)	% DEL ÁREA
0 - 10	Plana a suavemente inclinada	6293,52	22,27
10 - 15	Inclinada	11853,75	42,21
15 - 30	Muy Inclinada	9333,18	33,23
30 - 50	Abrupta a muy Abrupta	625,24	2,23
50 - 100	Escarpada	20,19	0,07
> 100	Muy Escarpada	0,00	0,00
TOTAL		28085,88	100,00

Fuente: GECOL CONSULTORES S.A., 2011.

- Índice de Relieve Relativo.

Este elemento es una estimación de la rugosidad natural del terreno, es decir, representa una medida del relieve ó la topografía de un área determinada (SNET, 2004), independientemente de su altura absoluta. El Relieve Relativo se define como la máxima diferencia de elevación por unidad de área y se calcula mediante la siguiente fórmula aplicada para estudios realizados en Costa Rica y Centro América (Mora and Vahrson, 1994).

Para el Bloque VMM2 los Índices de Relieve Relativo predominantes son los calificados como Muy Bajo a Bajo, en proporciones similares, los cuales suman un total de 90,67%, y están distribuidos de forma predominantemente homogénea en el área del bloque. Mientras que los Índices de Relieve Relativo Moderado a Alto, se presentan principalmente en el sector norte, siendo más alto hacia el sector noreste.

El sector norte está caracterizado por la presencia de colinas de piedemonte. Hacia el resto del área del bloque, se presenta homogeneidad en la presencia de los índices Moderado a Medio. Lo anterior quiere decir que las zonas que pueden presentar una mayor incidencia de fenómenos de remoción en masa para el Bloque VMM2, corresponden a aquellas que se ubican entre los índices de relieve de Moderado a Alto.

- Densidad de Drenaje.

Es la relación entre la longitud total acumulada de todos los drenajes y el área de drenada en estudio. Esta densidad da una idea sobre el grado de disección que posee un terreno o área (INGEOMINAS, 2004a), asimismo, este valor muestra teóricamente que áreas o cuencas poseen una mayor o menor permeabilidad y la respuesta que presenta la zona de estudio frente a una tormenta, al evacuar el

agua que se precipita en mayor o menor tiempo (Fuentes Junco, 2002; Treviño Garza, et al., 2002).

De acuerdo al resultado obtenido la densidad de drenaje para el área del Bloque VMM2, se puede catalogar como Media.

Esto indica que el relieve es quebrado, la vegetación de bosques es escasa y que el sustrato sobre el cual corren los drenajes tiene una tendencia a ser poco permeable, debido a la presencia de lodolitas, arcillolitas y areniscas de grano fino con productos arcillosos en los primeros casos como resultado final.

Además, este valor refleja que el área posee una respuesta rápida frente a las tormentas, evacuando el agua de manera acelerada.

❖ **Morfodinámica.**

La morfodinámica actual de la zona de estudio se relaciona con los procesos de erosión hídrica, remoción en masa y sedimentación activa que afectan a las unidades aflorantes. Cabe anotar, que los procesos mencionados no se presentan de manera generalizada dentro del área del Bloque VMM2 y, por el contrario, se presentan de manera aislada.

- Erosión Hídrica.

En el área de estudio se presentan tres tipos de erosión hídrica: laminar, en surcos y en cárcavas.

Erosión Laminar. Se genera como el primer estado de procesos erosivos en el cual hay desprendimientos y desplazamientos de las partículas de suelo, acompañado de la pérdida gradual de la cobertura vegetal. Este proceso se

presenta principalmente en zonas de pastos con algo de ganadería y en las zonas donde se presentan suelos con gravillas y gravas en la parte superior.

Erosión en Surcos. Ocurre cuando hay una mayor remoción del suelo a lo largo de canales formados por la concentración de la esorrentía. Este tipo de erosión está más comúnmente asociada a las unidades de Conos de Deyección y Colinas de Piedemonte, en el sector norte del área (veredas Villa de San Andrés, Piletas Bajas y Buturama), así como en el sector sur (vereda Barranca de Lebrija).

Erosión en Cárcavas. Según FAO (1967), se trata de una erosión en surcos muy avanzada, la cual disecta tan profundamente el suelo, que el terreno no puede nivelarse con los instrumentos de labranza ordinarios. Según Villota (1991), este tipo de erosión ocurre cuando el escurrimiento en un declive aumenta en volumen y velocidad, lo suficiente como para disectar profundamente el suelo, o bien cuando el agua concentrada corre por los mismos surcos el tiempo suficiente para ocasionar estalladuras profundas; también por alimentación subsuperficial. En el área de estudio se presenta erosión en cárcavas ligera a moderada, de manera puntual, asociada a la unidad Conos de Deyección, tanto al norte (veredas El Faro, Buturama y Sabana de Las Piñas), como en el sector sur (veredas Puerto Patiño, y Barranca de Lebrija).

- Fenómenos de Remoción en Masa.

En el área de estudio se presentan terracetas o pata de vaca, hundimientos y socavamiento de orillas.

Terracetas. Si bien en la zona una de las principales actividades en el área de estudio es la ganadería, por el paso del ganado no se han generado demasiados procesos de pata de vaca o erosión en terracetas, limitándose a algunos sectores

del área de estudio, especialmente donde se presenta la unidad de Colinas de Piedemonte, aunque no es de manera generalizada.

Hundimientos. Las variaciones del contenido de humedad en suelos de naturaleza pelítica, como consecuencia de la infiltración de agua de lluvia y de la evapotranspiración, provocan importantes procesos de expansión y contracción principalmente en aquellos niveles con predominio de arcillas. Este fenómeno natural ha sido indicado como la causa de asentamientos diferenciales del suelo. Los hundimientos se observan de forma puntual, en la unidad Conos de Deyección, en las veredas Puerto Patiño, y Barranca de Lebrija. La variación entre los nivel inicial y final no es muy grande (< 1 m.), aunque se debe prestar atención a esta situación en el caso de construir plataformas e infraestructura en general, relacionada con la industria petrolera.

Socavamiento de Orillas. El debilitamiento producido en las orillas de los cauces debido a la acción de la corriente, constituye un proceso erosivo, que se ve favorecido con la presencia de materiales no consolidados, con poca cohesión y que ceden fácilmente al arrastre.

Se lograron identificar algunos sitios con socavación de orillas en las quebradas Peralonso, Buturama y Guaduas, principalmente. En el caso de la quebrada Peralonso, en esta quebrada se presenta el caso más dramático, ya que por causa de la socavación de su margen izquierda, en su paso por la vereda El Juncal, el puente vial cayó en dicho costado y la misma socavación se encargó de ampliar aún más la distancia entre el extremo del puente y la orilla.

Con excepción de los eventos de socavamiento de orillas, especialmente en las quebradas Buturama y Peralonso, los procesos erosivos activos tienen una importancia baja a moderada.

- Sedimentación Activa.

En el área a licenciar del Bloque VMM2 se ha identificado sedimentación activa, en forma de barras y playones, asociada a los cauces de las principales quebradas (Peralonso, Guaduas y Buturama)

En la sedimentación aluvial, el agua impulsada por la gravedad, en forma de corrientes fluviales, es el agente de transporte y sedimentación.

El proceso de sedimentación se inicia cuando decrece el gradiente de una corriente o aumentan las pérdidas de energía por fricción, entonces se reduce considerablemente su velocidad y con ello su poder de transporte. Esto es lo que ocurre cuando un río o quebrada emerge desde un sector alto, montañoso, colinado o escarpado, hacia una llanura contigua, o cuando un río o quebrada rebosa sus orillas.

De acuerdo con lo observado en campo en al área del Bloque VMM2, la sedimentación activa presenta un grado de importancia baja.

❖ **Morfoestructuras.**

Debido a que en el área del bloque VMM2 solo se encuentran depósitos recientes, solo se presentan unidades de tipo acumulativo y denudacional. A continuación se hace una descripción de estas unidades.

- Unidades de tipo acumulativo.

En estas morfoestructuras se incluyen las unidades de cubetas de decantación y de abanicos coalescentes (conos de deyección, flujos de escombros, conos de explayamiento y vallecitos de piedemonte).

En general, se presenta un patrón de drenaje subparalelo (con los drenajes principales corriendo en una dirección similar) de textura moderada.

- Unidades de tipo denudacional.

Este paisaje constituido por colinas medias, localizadas en el sector norte del Bloque VMM2, que se ha formado a partir de sedimentos procedentes de la parte alta de la Cordillera Oriental, los cuales se depositaron entre el Plioceno y el Pleistoceno. Este tipo de unidad ha sido producto de la disección y entalle de las corrientes que surcan las formas que constituyen los abanicos coalescentes (conos de deyección y explayamiento, y flujos de escombros). La erosión, que actúa de forma moderada, deja al descubierto gravillas en la superficie y una topografía ondulada.

El patrón de drenaje de la zona colinada es subparalelo de textura media. Estos drenajes inician su recorrido desde la parte alta de las colinas a través de las laderas de las mismas, constituyendo vallecitos, hacia cauces centrales encargados de verter la escorrentía a los principales cauces del área. Los drenajes secundarios y los drenajes principales (caños y quebradas) presentan cauces sinuosos y circulan por la base de las diferentes colinas del área.

3.1.2.3 Suelos. A continuación se presenta la descripción de las diversas unidades de suelo presentes en el Bloque VMM2, clasificadas de acuerdo al tipo de paisaje en el que se han formado. Los suelos del presente estudio se encuentran distribuidos en dos paisajes: Valle del Río Magdalena y Piedemonte. Un resumen con las unidades se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28. Unidades de suelo presentes en el Bloque VMM2.

PAISAJE	GEOFORMA	UNIDAD DEL SUELO	FASE CARTOGRÁFICA	CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD
Valle del Río Magdalena	Cubeta de Decantación	Asociación Inés	INay	Relieve ligeramente cóncavo. Suelos muy superficiales, texturas finas; limitados por nivel freático e inundaciones y drenaje pobre.
		Asociación Lebrija	LBaz	Relieve plano y cóncavo. Suelos muy superficiales, texturas finas; limitados por nivel freático e inundaciones; muy pobremente drenados.
Piedemonte	Conos de Deyección	Consociación Aguachica	AUa2	Relieve Plano. Suelos muy superficiales, bien a excesivamente drenados, texturas medias; Limitados por piedra, erosión moderada.
			AUab2p	Relieve Plano a ligeramente inclinado. Suelos muy superficiales, bien a excesivamente drenados, texturas medias; Limitados por piedra en la superficie y erosión moderada.
		Asociación Paso	PSab1	Relieve plano a ligeramente inclinado. Suelos superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, texturas medias a finas; limitados por piedras: erosión ligera.
	Conos de Lava Torrencial	Consociación Remanso	REab2	Relieve plano a ligeramente inclinado. Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, texturas medias; limitados por gravilla y piedra; erosión moderada.
			REbc3	Relieve ligeramente inclinado a ondulado. Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, texturas medias; limitados por gravilla y piedra; erosión moderada.
	Conos de Explayamiento	Asociación Pital	Pla	Relieve plano. Suelos muy superficiales, bien a excesivamente drenados, texturas medias a finas; limitados por un horizonte duro cementado por sodio o por pedregosidad.
			SUax	Relieve plano. Suelos superficiales a moderadamente profundos, imperfecta a pobremente drenados, texturas finas; limitados por el nivel freático.
			ARa	Relieve plano. Suelos Moderadamente Profundos, Bien Drenados, Texturas Medias a Finas.
			TRa	Relieve plano. Suelos moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, texturas medias a finas.
	Vallecitos	Asociación Helena	HEa	Relieve plano. Suelos superficiales, bien drenados, texturas gruesas a medias; limitados por piedra y arena.
	Colinas de Piedemonte	Consociación Corral	CObc2p	Relieve ligeramente inclinado a ondulo. Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, texturas medias; limitados por piedra en la superficie y erosión moderada.

PAISAJE	GEOFORMA	UNIDAD DEL SUELO	FASE CARTOGRÁFICA	CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD
			CObc3p	Relieve ligeramente inclinado a ondulado. Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, texturas medias; limitados por piedra en la superficie y erosión severa.
Piedemonte	Colinas de Piedemonte	Consociación Corral	COcd3p	Relieve ondulado a fuertemente ondulado. Suelos muy superficiales, excesivamente drenados, texturas medias; limitados por piedra en la superficie y erosión moderada.

Fuente: Estudio semidetallado de suelo de la parte plana y general de la parte quebrada de los municipios del Sur del departamento del Cesar (IGAC, 1986).

❖ Clasificación de Tierras por su capacidad de Uso.

La clasificación agrológica se realizó con base en el “Estudio semidetallado de suelo de la parte plana y general de la parte quebrada de los municipios del Sur del departamento del Cesar” (IGAC, 1986).

Es conveniente recordar que corresponde este trabajo a dos tipos de estudio, las recomendaciones y sugerencias se dan por separado comenzando por el sector plano, que fue es estudio semidetallado y posteriormente lo concerniente a la parte quebrada en la que realizó un estudio de tipo general.

Tabla 29. Clasificación Agrológica de los Suelos del Bloque VMM2.

GRUPOS DE MANEJO	FASES CARTOGRÁFICAS	CARACTERÍSTICAS	LIMITANTES	APTITUD	RECOMENDACIONES
IIIs-1	Ara, TRa	Relieve plano, bien drenados, texturas francas moderadamente profundas y fertilidad media.	Definiciones en nitrógeno fosforo y potasio.	Cultivos comerciales de sorgo, algodón, soya, ajonjolí, maíz.	Fertilización y control de malezas, adición de abonos verdes.
IIIh-1	SUax	Relieve plano cóncavo, imperfectamente drenados, texturas franco finas, fertilidad media y moderadamente profunda.	Fluctuación del nivel freático y deficiencia de nutrientes.	Cultivos de sorgo, maíz, arroz.	Construcción de drenaje, practicas de fertilización y control de malezas.

GRUPOS DE MANEJO	FASES CARTOGRÁFICAS	CARACTERÍSTICAS	LIMITANTES	APTITUD	RECOMENDACIONES
IVes-1	PSab1	Relieve plano a ondulado, texturas franco finas, fertilidad moderada.	Susceptibilidad a la erosión, deficiencia en nutrientes.	Cultivos de algodón, sorgo, maíz y frutales.	Control de la erosión y fertilización, adición de abonos verdes.
Vh-1	LBaz, INay	Relieve plano-cóncavo, drenaje pobre, texturas medias y superficiales.	Susceptibilidad a la inundación y al encharcamiento.	Cultivos de arroz y pastos.	Construcción de jarillones y drenajes.
VIs-1	HEa	Plano a ligeramente inclinados, bien drenados, arenosos y de baja fertilidad.	Texturas gruesas, deficiencia de nutrientes.	Pastos y bosques.	Fertilización, implantar variedades maderables nativas.
Vlsc-1	Pla	Relieve plano, bien drenados, texturas franco gruesas, sódicos y baja fertilidad.	Déficit de humedad, pobreza en nutrientes y sodicidad.	Pastos.	Implantar variedades tolerantes a la alcalinidad, fertilización sulfatada y control de malezas.
Vllesc-1	AUa2, AUab2p, COab2p, CObc3p, COcd3p, REab2, REbc3	Relieve plano a fuertemente ondulado, pendientes menores de 25% drenaje excesivo y muy superficial.	Déficit de humedad, mantos de piedra muy superficiales.	Pastos, bosques.	Evitar el sobre pastoreo y las quemadas, control de la erosión y promover programas forestales.

Fuente: Estudio semidetallado de suelo de la parte plana y general de la parte quebrada de los municipios del Sur del departamento del Cesar (IGAC, 1986).

❖ **Uso Actual del Suelo.**

La metodología empleada para la definición del uso actual del suelo está basada en los recorridos de campo y la información secundaria obtenida del POT de Aguachica. Los Usos de suelo identificados para el área de estudio son:

Uso Forestal. Incluye bosques inundables, bosque ripario, herbazales y plantaciones forestales (teca), los cuales han sufrido una fuerte intervención del hombre.

Uso agrícola. Son las actividades agrarias, que emplean la tierra en cultivos permanentes y cultivos transitorios clasificados de la siguiente forma:

Cultivos permanentes (Cp). Son los que permiten siembra, labranza, recolección o pastoreo por largos periodos vegetativos (perennes), no exigen la remoción frecuente y continua del suelo, ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal permanente, excepto entre las plantas, o por cortos periodos estacionales; tales como palma africana.

Cultivos transitorios (Ct). Son los que requieren laboreo y remoción frecuente del suelo, generalmente tienen un periodo vegetativo menor de un año, dejan el suelo desnudo en ciertas épocas del año, y en otras épocas sin protección entre plantas; tales como el algodón.

Uso Pecuario. El uso pecuario se observa como actividad principal y ocupa alrededor de un 57% del área de estudio, y se refiere a los tipos de pastos empleados en el sustento de la ganadería, para lo cual se encuentran pastos arbolados (que conservan algunas especies arbóreas para sombrero de ganado), pastos enmalezados, pastos limpios, mosaicos de pastos con espacios naturales y mosaicos de pastos y cultivos.

Uso de ciénagas y cuerpos de agua aptos para la piscicultura. Hace referencia a todos los cuerpos de agua donde se puede llevar a cabo actividades de pesca. La cuenca del río Magdalena, además de ser la arteria fluvial más importante del país, es escenario de la pesca artesanal, ejecutada por un alto porcentaje de la población ribereña en sus ciénagas conexas, como actividad extractiva socio – cultural de interés local, regional y nacional.

Uso Minero. Áreas en las que actualmente se explota hidrocarburos en proximidades de Buturama, Once Reses y Doña María y la extracción de material de arrastre en proximidades a las quebradas Buturama, el Juncal, La Cascabela.

Zona Urbana. Son áreas dedicadas a proveer servicios de infraestructura para el desarrollo urbano, comprende los corregimientos de Puerto Patiño y Buturama.

❖ **Uso Potencial del Suelo.**

El uso potencial del suelo se define como el uso más intensivo que puede soportar el suelo, garantizando una producción sostenida sin deteriorarse. La clasificación de estas áreas se realizó con base en la información del “Estudio semidetallado de suelo de la parte plana y general de la parte quebrada de los municipios del Sur del departamento del Cesar” (IGAC, 1986).

Potencial Forestal. El uso forestal protector se ha definido para los relictos boscosos localizados en el área de estudio, tales como las rondas hídricas de protección de las quebradas y, aunque no es el potencial propio del suelo, se definió para las franjas a lado y lado del oleoducto, la vía de alta velocidad, la vía férrea y de la línea de alta tensión, con el objeto de reducir los riesgos a la población aledaña.

Potencial Agroforestal. Corresponde a las cotas 50 y 200 msnm, son suelos planos con fertilidad media a baja, baja evolución, presentan capacidad para la plantación de especies forestales nativas. Ésta sería una forma de contrarrestar las condiciones de deterioro de la Zona de Reserva Forestal sobre los 200 msnm (ubicada en el sector nororiental por fuera del Bloque VMM2).

Potencial Agropecuario. En la Llanura aluvial, las tierras presentan ligeras limitaciones para su uso intensivo, requieren ligeras prácticas de manejo para mantener la productividad y sostenibilidad de los recursos, su factor limitante es la fertilidad moderada que puede aliviarse con la rotación de cultivos, por lo que pueden contemplarse usos agrícolas mecanizados sostenibles ambientalmente y pecuarios de tipo extensivo e intensivo.

Potencial Minero. El Valle Medio del Magdalena, del cual hace parte el Bloque VMM2, constituye un área de interés en cuanto a hidrocarburos. Se presentan áreas de explotación en cercanías a Buturama, Once Reses y Doña María.

Potencial Íctico. El área donde se ubica el Bloque VMM2 hace parte de la cuenca del Magdalena y de la cuenca del río Lebrija en su parte baja, y cuenta con ciénagas, caños y quebradas en los que se reproduce y crece gran variedad de especies icticas y anfibias; el apoyo al sector ictico se ha venido desarrollado a través de las políticas y estrategias estatales y privadas para la recuperación de la actividad pesquera y de ésto depende el mejoramiento de las condiciones de vida de la población alrededor de las ciénagas de los corregimientos de Barranca Lebrija, Patiño, y Lomas de Corredor.

❖ **Conflictos de Uso del Suelo.**

En el área de estudio se presentan diferentes categorías de conflictos, dependiendo del uso actual que se le esté dando al suelo y la potencialidad de los mismos; es decir, que se genere un conflicto cuando las ocupaciones actuales de la tierra se contraponen a las condiciones naturales del terreno. Mediante el cruce de los mapas de uso actual del suelo y uso potencial del suelo (clasificación agrológica).

Aunque una buena parte del área del Bloque VMM2 no presenta conflicto en el uso del suelo (54.27%), se presentan conflictos clasificados como leves (17,36%), moderados (27,45%), y altos en menor proporción (0,93%). En la **Tabla 30** se presenta la distribución areal y porcentual, por tipo de conflicto, para el Bloque VMM2.

Tabla 30. Distribución de los Tipos de Conflicto en el Bloque VMM2.

TIPO DE CONFLICTO	ÁREA (Ha)	%
Sin conflicto	15241,117	54,27
Conflicto Leve	4875,742	17,36
Conflicto Moderado	7708,479	27,45
Conflicto Alto	260,525	0,93

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

Estos conflictos obedecen principalmente a las siguientes situaciones:

Gran parte del conflicto alto se da porque un área que corresponde a pantano presenta pastos naturales y está dedicada al pastoreo semi-intensivo. También se presenta este tipo de conflicto por la ubicación del casco urbano del corregimiento de Puerto Patiño en un sector aledaño a la ciénaga Doña María, el cual tiene riesgo por inundación.

Con respecto al conflicto medio o moderado, éste se debe al uso de áreas para el pastoreo, cuya verdadera vocación es un manejo adecuado para que sean aprovechables desde el punto de vista agrícola, así como la vocación forestal para el control de la erosión. En menor proporción, se presenta la situación de tierras empleadas en cultivos de algodón y palma, y cuya vocación es forestal o ganadería extensiva, como consecuencia de la baja humedad disponible.

El conflicto leve se presenta áreas con cultivos de algodón y palma, aunque su vocación corresponde al desarrollo de actividad ganadera o al establecimiento de bosques para protección de cauces y control de erosión, como consecuencia de la baja disponibilidad de nutrientes. Cabe anotar que de la parte correspondiente a conflictos leves, el 98,6%, es decir, 4807.816 ha, corresponden a subutilización, ya que por lo general son territorios dedicados a la parte forestal y podrían destinarse a la parte agrícola, con algún manejo para cada caso, y/o al pastoreo.

❖ **Relación con el Proyecto.**

El sector de hidrocarburos puede ser un generador de conflictos de uso de las tierras, ya que sin importar cual sea el potencial agropecuario o forestal de los suelos, el proceso de extracción se impone, lo que significa que los demás usos potenciales no se pueden ejercer.

Durante el desarrollo de las actividades de exploración del Bloque VMM2, se podrían presentar situaciones de riesgo para las condiciones de los recursos suelo y agua, de acuerdo con el manejo que se le dé a los materiales o residuos del proceso de extracción y transporte de hidrocarburos. Así mismo, se pueden generar cambios en el costo del terreno, lo que limita su asequibilidad por parte del morador de la región.

3.1.2.4 Hidrología. Desde el punto de vista regional, el área de estudio está localizado en el Valle Medio del Magdalena, el cual corresponde a la principal corriente del sector, donde convergen las corrientes del río Lebrija, las quebrada el Caimán, Buturama, Peralonso, El Deseo, El Gajito, el basin del magdalena que recibe el nombre de caño rabón y el complejo cenagoso Doña María, como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Principales Cuerpos de Agua del Bloque Exploratorio VMM2.

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	AFLUENTES
Rio Magdalena	Medio Magdalena	Río Lebrija	Quebrada la Musanda	-
			Quebrada Caimán	Caño La Pola
		Quebrada Buturama	-	Caño Largo
				Caño Salobrito
				Caño Hormiguero
				Caño Hongo o Honguito
				Caño El Pital
Rio Magdalena	Medio Magdalena	Quebrada Buturama	-	Arroyo Mampata
		Quebrada Buturama	Quebrada el Cristo	Arroyo el Palmar
				Arroyo Quebraditas
				Caño Baquero
				Caño Polvera
				Caño Gallinazo
				Caño Bardo o El Palmar
				Caño La Porquería
		Caño el Cajito	-	
		Quebrada Peralonso	-	Caño el Cejudo
				Caño Morroco
				Caño Tumbachicha
Caño Cope				

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	AFLUENTES
				Caño Elvira
				Caño Cabozas
				Caño La Hermoza
		Quebrada el Deseo	Quebrada Tisquirama	Caño Guaduas
				Caño Guabina
		Complejo Cenagoso Doña María	Caño Rabón o Basin del Magdalena	-

Fuente: Geocol Consultores S.A., 2010

❖ Régimen hidrológico y de caudales

En lo referente al comportamiento hídrico de la zona en estudio, se procedió al análisis de las series históricas de niveles y caudales de las estaciones localizadas en la corriente del área de influencia indirecta del bloque exploratorio VMM2. Para dicha caracterización se tomaron los registros históricos de los valores medios mensuales multianuales de caudales de las corrientes magdalena aguas arriba y aguas abajo del bloque y el río Lebrija.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los caudales y niveles de las estaciones utilizadas y disponibles en el IDEAM, se pudo establecer que los ríos Magdalena y Lebrija, ubicados en la zona de influencia Indirecta del Proyecto VMM2, Presenta un régimen de flujo bimodal, de modo que presenta dos periodos de invierno o Caudales altos, con valores máximos en los meses de Mayo y Junio (5043 y 5643 m³/s) en tanto que los valores mínimos ocurren durante los meses de Enero y Febrero (3977 y 3902 m³/s).

De acuerdo al análisis del histograma de la estación Puerto Wilches el comportamiento de la sección hidráulica del Río Magdalena se encuentra en aumento constante de niveles y caudales de acuerdo a la distancia y la cantidad de afluentes aportantes de la zona media del Río Magdalena. Con respecto a la

estación analizada se evidencia que los meses con mayor caudal y nivel son Junio y Noviembre con (4131 y 4941 m³/s).

El periodo de creciente está comprendido entre octubre - diciembre, y de abril - mayo, lo que indica un comportamiento bimodal, el cual coincide con el ciclo de precipitación enmarcado en la zona. Se ilustra el comportamiento de los caudales medios del río Lebrija en este lugar. El valor medio histórico corresponde a 89.78 m³/s.

❖ **Susceptibilidad a la Erosión.**

El régimen hidrológico del Río Magdalena muestra un comportamiento de carácter estacional en la ocurrencia de crecidas por la alta pluviosidad de su cuenca que hace que el agua rebose la capacidad del cauce, desbordándose hacia las zonas aledañas, ciénagas y al canal del Dique, representando un grado de amenaza ALTO.

La red hidrográfica de la cuenca es abundante en donde se presentan todos los afluentes del Río Magdalena con sus sistemas de ríos de origen torrencial, y ríos de planicie que hacen que se presenten situaciones de crecientes o avenidas que van a producir inundaciones en sus zonas aledañas.

En la cuenca se puede establecer dos tipos de inundaciones de acuerdo al régimen de los cauces: inundaciones de tipo torrencial e inundaciones de tipo aluvial (de planicie).

Las inundaciones de tipo torrencial se originan en el área montañosa de toda la zona Andina correspondiente a la cuenca Magdalena-Cauca en donde existe una conformación topográfica abrupta, con fuertes pendientes, que durante los inviernos las grandes precipitaciones transforman en peligrosos los diversos cauces, lo que conlleva a una amenaza latente de crecidas que ocasionan

desbordamientos en sus márgenes y la misma velocidad del agua puede producir grandes daños.

Las inundaciones de tipo planicie son las que ocurren en las áreas bajas de los afluentes y en las zonas inundables incluyendo la depresión cenagosa del Río Magdalena. Los valles de este río están sometidos a inundaciones de larga duración, en donde las crecidas son más reguladas y no tienen una incidencia en la propia magnitud del caudal y solamente tienen importancia a las que obedecen únicamente a lluvias prolongadas dentro de la cuenca y obedecen a los periodos de invierno. Estas crecidas así producidas son inicialmente lentas y cuando exceden la capacidad del cauce y de los propios vasos amortiguadores como las ciénagas, se producen desbordamientos inundando las zonas ribereñas.

El régimen hidrológico ha tenido alteraciones a través del tiempo, no sólo por la acción de elementos físicos, sino también, últimamente, por la intensa acción antrópica a lo largo y ancho de toda su cuenca.

❖ **Morfometría de Drenajes.**

Las redes de drenajes identificadas en campo tienen un régimen permanente, como información primaria se obtuvo el reconocimiento por los habitantes del sector, que aseguran un flujo constante de las fuentes hídricas observadas durante todo el año, como es de esperarse los caños dentro del Bloque VMM2 no cuentan con abundante caudal de manera que en época de estiaje reducidos pero no desaparecen.

El patrón de la red de drenaje más frecuente de la cuenca del río Magdalena es dendrítico debido a que está formado por una corriente principal con sus afluentes primarios y secundarios uniéndose libremente en todas direcciones. Con cursos pequeños, cortos e irregulares, cubriendo áreas amplias y cuando llegan al cauce principal forman cualquier ángulo.

3.1.2.5 Calidad del Agua.

❖ Aguas Superficiales.

Para los cuerpos de aguas superficiales presentes en el Bloque de Perforación Exploratoria VMM2, susceptibles de intervención, se realizaron los análisis de la calidad de agua para su caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica. Los puntos analizados se describen a continuación:

Estación 1 - Río Lebrija. Cuerpo de agua caudaloso, con una amplitud de 112 m aproximadamente. El agua del río es de color café y la vegetación en su ribera corresponde a los estratos arbustivo y arbóreo con dosel abierto. Se encontró gran cantidad de la macrófita buchón en las orillas del cuerpo de agua, así como material de arrastre.

En la zona circundante se encuentra el caserío Barranca, la cual vierte las aguas residuales a este cuerpo de agua. De igual forma es de destacar la formación de varias ciénagas en el área aledaña al río, las cuales son usadas con fines recreativos.

Estación 2 - Quebrada Peralonso. Cuerpo de agua de color café, moderadamente turbia; se encuentra rodeado por vegetación correspondiente al estrato arbóreo principalmente, con presencia de algunos árboles aislados, teniendo un dosel semi-cubierto. El sustrato es de tipo arenoso-rocoso. La amplitud del cuerpo de agua presenta muy poca variación a lo largo de su recorrido. Cabe destacar que cerca al punto de monitoreo hay un puente vehicular, sin embargo, este se encuentra quebrado, con uno de sus extremos dispuesto sobre el cauce, a pesar de lo cual los peatones hacen uso del mismo para su paso.

Estación 3 - Quebrada Buturama. Corriente hídrica con agua de color pardo claro, altamente turbia y sustrato de tipo arenoso. La vegetación en el área circundante corresponde principalmente al estrato herbáceo, sin embargo, se encuentran algunos árboles aislados de porte medio. El punto de monitoreo se encuentra cerca de un puente vehicular. Cabe destacar que en la zona aledaña se encuentran cultivos de maíz, flores y ganadería. Así mismo, es importante resaltar que la quebrada se encontró crecida durante el monitoreo.

Estación 4 - Río Magdalena. Río de gran amplitud y bastante caudaloso. El agua es de color café, con sustrato de tipo arcilloso-arenoso. En una de las orillas del punto de monitoreo se encuentra vegetación herbácea con parches arbóreos; en la otra orilla está establecida la población Gamarra. Se observó actividades antrópicas como el paso de lanchas con motor, así como ferris. En el cauce se observaron troncos, así como macrófitas en baja proporción tales como buchón.

Estación 5 y Estación 6 - Ciénaga Doña María. Cuerpo de agua léntico, con zonas boscosas sumergidas. En su superficie se encuentra gran cantidad de macrófitas que forman parches. El agua es de color café claro, turbia. Se encuentra gran cantidad de materia orgánica en descomposición, aportada por troncos observados en su superficie. Se observaron gran cantidad de basuras en las orillas; así mismo se percibió un olor fétido en la zona. Es de destacar que en el área aledaña se encuentra la población de Puerto Patiño, la cual está parcialmente sumergida por motivo de inundaciones.

Estación 7 - Caño Guabina. Caño pequeño, con zonas de movimiento y algunas de remanso. La amplitud varía a lo largo de su cauce. El sustrato igualmente es variable, encontrando algunas zonas compuestas por gran cantidad de hojarasca y algunas con sustrato rocoso. La vegetación corresponde a bosque de galería, con predominio del estrato arbóreo, con zonas donde el dosel es cerrado. Este cuerpo de agua se encuentra rodeado por vías y fincas ganaderas.

Estación 8 - Quebrada Las Guaduas. Cuerpo de agua caudaloso con una amplitud de 10 m aproximadamente. Se encuentra rodeado por vegetación arbórea, así como algunos parches de arbustivos que muestran un dosel abierto. El sustrato es de tipo arenoso, con gran cantidad de ramas y hojas, producto del arrastre presentado en el cuerpo de agua días previos al monitoreo, lo que aporta gran cantidad de materia orgánica. En la zona se observa actividad ganadera.

Estación 9 - Laguna NN. Cuerpo de agua léntico de más de ocho (8) m de profundidad. El sustrato está compuesto por arena y materia orgánica en descomposición, además de vegetación sumergida. El color del agua es café oscuro. Este cuerpo de agua se comunica con otra laguna llamada Los Caños; así mismo es de destacar que se encuentra en el interior de la finca Medios Caños, en la cual se presenta actividad ganadera, sin embargo, el único uso que se le da a la laguna es recreativo.

Estación 10 - Arroyo Hormiguero. Arroyo pequeño con agua de color café. La vegetación se encuentra compuesta por bosque protector de ribera con vegetación arbórea y dosel cerrado. El sustrato es de tipo arenoso, con presencia de raíces de los árboles que se encuentran en las orillas. En el sustrato se encuentra gran cantidad de material vegetal, aportando materia orgánica en descomposición. Cabe destacar que este cuerpo de agua se encuentra cerca a zonas ganaderas; así mismo, aguas arriba del punto de muestreo se observó un vertimiento por parte de una finca aledaña.

❖ **Caracterización Físicoquímica.**

- Caudales.

Se llevó a cabo el aforo de los cuerpos de agua ubicados en el área de interés del Bloque VMM2, teniendo como resultado el mayor caudal en la Quebrada

Buturama (punto de captación) con 36942,41 L/s, mientras que el menor se registró en el Caño Guabuna con 164,26 L/s, diferencias que son consecuencia de las dimensiones de cada cuerpo de agua, así como características propias, tales como el aporte de tributarios que es mucho mayor en la Quebrada Buturama. Es importante aclarar que los caudales de los ríos Lebrija y Magdalena no fueron estimados por condiciones de seguridad, ya que la corriente que presentan es muy fuerte. Lo anterior determina que el mayor flujo de agua se encuentra en los ríos Lebrija y Magdalena.

En términos generales los valores de caudal que se reportan son altos lo que se debe a la temporada de lluvias que se presentó en la zona días previos a los monitoreos, lo que se vio reflejado en los altos niveles de agua, así como en la velocidad de la corriente.

Cabe mencionar que los resultados de caudal obtenidos para los aforos realizados en campo en los diferentes cuerpos de agua, corresponden a una época lluviosa particular donde incide el fenómeno de la niña y donde las fuertes precipitaciones no corresponden solamente al área puntual estudiada sino a toda la región en general, teniendo en general una alta carga hídrica en todas las corrientes hídricas evaluadas.

- Monitoreo Físicoquímico y Bacteriológico.

El análisis de los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos, comprende inicialmente la presentación de los resultados y la comparación con los criterios de calidad según la normatividad vigente. Posteriormente, se realiza una descripción de cada parámetro evaluado y se calcula el índice de calidad del agua (WQI).

Como complemento a la interpretación de los resultados y con el fin de determinar la calidad del recurso en cada punto de monitoreo se determinan los índices de

contaminación para caracterización de aguas continentales (ICOMO, ICOSUS, ICOMI, ICOTRO).

De acuerdo con los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, casi la totalidad de aquellos definidos en la normatividad, se encuentran dentro de los límites permisibles del Decreto 1594/84 para el uso doméstico y/o de consumo, así como agrícola, pecuario y preservación de flora y fauna; sin embargo, los valores de pH a pesar de estar dentro de los límites establecidos, indican la necesidad de realizar una desinfección previo al uso del agua con fines de uso/consumo humano/doméstico en la mayoría de estaciones esto a excepción de la Laguna NN donde se encontró un valor fuera del rango, que determina la necesidad de llevar a cabo un tratamiento más activo que uno convencional. De igual forma, se encontraron altos valores de sólidos lo que es producto de la época invernal que se presenta en la zona de estudio. Por otro lado la presencia de coliformes fecales en todas las estaciones de muestreo determina la necesidad de realizar un tratamiento convencional para el uso del agua para consumo humano y/o en actividades domésticas.

Al integrar los resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados y su comparación con los criterios establecidos en el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, así como la relación existente entre parámetros y los valores obtenidos del índice de calidad del agua (WQI), y adicionalmente de acuerdo a los índices de contaminación (ICO), se determinó que los cuerpos de agua presentan una calidad de media, producto de la alta carga de sólidos que sumados a la presencia de valores altos de DBO5 reducen la calidad de los sistemas evaluados.

- Índices de Calidad del Agua (Wqi) y de Contaminación (ICO).

Como una herramienta metodológica para la determinación de la calidad del agua de las corrientes hídricas muestreadas, en el presente estudio se calculó el Índice

de Calidad de Aguas (WQI) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (Canter, 1998), en el cual se relaciona la mayor cantidad de parámetros (como oxígeno disuelto, coliformes, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, turbidez y sólidos totales), asignándole a cada uno un porcentaje de acuerdo al grado de importancia, de tal manera que el oxígeno disuelto, los coliformes y el pH son los parámetros que más se tienen en cuenta con el fin de determinar el estado de una corriente de agua.

Este índice es de gran utilidad para establecer la calidad del agua de las corrientes hídricas, debido a que identifica de manera cuantitativa y cualitativa, su potencialidad para usos agropecuarios y de consumo. En la **Tabla 32** se presenta la asignación de los valores de WQI para las corrientes de agua muestreadas.

Tabla 32. Índice de Calidad Agua (WQI) y parámetros de calidad.

CORRIENTE	WQI	CALIDAD
Río Lebrija (punto de captación)	62,2	Buena: 71-90 Media: 51-70 Mala: 26-50
Quebrada Peralonso (punto de captación)	56,5	
Quebrada Buturama (punto de captación)	65,2	
Río Magdalena (punto de captación)	60,7	
Ciénaga Doña María 1	69,0	
Ciénaga Doña María 2	69,9	
Caño Guabina	60,8	
Quebrada Las Guaduas (punto de captación)	60,8	
Laguna NN	68,0	
Arroyo Hormiguero	70,2	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2011.

- Caracterización Hidrobiológica.

Las comunidades hidrobiológicas hacen referencia a las especies animales y vegetales y demás micro y macro organismos que habitan las aguas continentales y marinas.

Comunidad Perifítica. En las muestras analizadas, se observaron en su totalidad organismos pertenecientes al fitoperifiton distribuidos en las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophycota y el phylum Cyanophycota.

Para el monitoreo en general, la división Bacillariophyta fue la que mayor abundancia presentó con 8144 org/cm², seguida por las clorófitas con 2614 org/cm², las cianófitas con 1054 org/cm² y finalmente las euglenófitas con 80 org/cm².

Comunidad Bentónica. En las estaciones evaluadas se encontraron organismos bentónicos correspondientes a los phyla Arthropoda, Mollusca y Annelida, siendo el primero el más representativo para el muestreo en general con los órdenes Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata y Trichoptera, de la clase Insecta, así como el orden Decapoda de la clase Malacostraca y la subclase Acari de la clase Arachnida.

En términos generales el bentos mantuvo su composición y abundancia entre las estaciones evaluadas, teniendo como mayor representante a los artrópodos en la mayoría de estaciones, excepto en los dos (2) puntos evaluados en la Ciénaga Doña María, donde los anélidos sobresalieron por su abundancia.

Comunidad de Macrófitas Acuáticas. En las estaciones de monitoreo se registraron cuatro (4) especies, distribuidas en las clases Liliopsida y Filicopsida, donde la primera sobresalió con dos (2) especies y una (1) Morfoespecie de la familia Hydrocharitaceae.

- Relación entre Parámetros Físicoquímicos, Bacteriológicos e Hidrobiológicos.

Los sistemas hídricos caracterizados presentan una calidad media, lo cual es correspondiente con los resultados de diversidad medios que determinan la condición mesotrófica general antes mencionada.

En cuanto a los índices de contaminación, se observó que la calidad del recurso en el área no presenta indicios de contaminación por mineralización ni por sólidos suspendidos (excepto en el caso del Río Magdalena), sin embargo se vio afectado en algunos puntos por materia orgánica principalmente, lo cual determina también una condición media de contaminación que está más asociado a las características particulares del área para la fecha de monitoreo (fuertes precipitaciones previas a los muestreos que incrementan la carga material orgánico en general), más que a una afección directa por parte de alguna actividad antrópica particular.

En cuanto a las comunidades hidrobiológicas, el perifiton se destacó por presentar los taxa Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophycota y Euglenophycota, siendo las bacilariófitas las de mayor importancia al ser el único grupo registrado en todas las estaciones evaluadas, además de los valores de riqueza y abundancia que alcanzó este grupo en los sistemas evaluados. Por su parte, la comunidad bentónica registró los taxa Annelida, Mollusca y Arthropoda, estos últimos como los de mayor importancia con ocho (8) órdenes de la clase Insecta.

Según los valores arrojados por los índices de diversidad, predominio y uniformidad, además de los bioindicadores registrados, las aguas de los ecosistemas evaluados dentro del Bloque VMM2 se catalogan como con aguas eutróficas (moderadamente contaminadas).

La comunidad de macrófitas acuáticas estuvo representada por cuatro (4) organismos pertenecientes a las clases Liliopsida y Filicopsida.

De acuerdo a la prueba de Spearman elaborada para la determinación de correlaciones entre parámetros fisicoquímicos-bacteriológicos y componentes bióticos se establece una correlación inversa entre los parámetros fisicoquímicos conductividad, bicarbonatos y sólidos disueltos con la comunidad hidrobiológica del perifiton.

❖ **Aguas Subterráneas.**

En general, los pozos profundos y aljibes monitoreados permiten evidenciar que las aguas subterráneas del área estudiada presentan condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas normales dándose cumplimiento al Decreto 1594/84. Pese a esto, existe una condición salina marcada en la mayoría de los puntos evaluados, lo cual se asocia más a una condición natural de los acuíferos de la zona, que a una influencia asociada a alguna actividad en particular.

3.1.2.6 Uso del Agua. La comunidad del área de estudio utiliza principalmente las aguas subterráneas para consumo humano y aguas superficiales para uso agropecuario doméstico e industrial. A continuación, se describe cada uno de los usos que se da al agua.

- Consumo Humano.

Para consumo humano los pobladores del área de estudio utilizan el agua subterránea como fuente de abastecimiento a través de pozos profundos, para la mayoría de las fincas y centros poblados que conforman las Áreas Interés.

- Agricultura.

En el área de estudio se utiliza el recurso hídrico superficial para la actividad agrícola, en donde se destaca la presencia de actividad ganadera y la utilización del recurso hídrico para bebedero de ganado principalmente:

- El Abastecimiento de abrevaderos para animales.
- Lavado de maquinaria Agrícola
- Fuentes Receptora de aguas servidas.

Las áreas de concentración de población y zonas industriales generalmente vierten las aguas residuales, a los cuerpos de agua cercanos. Dentro de la influencia indirecta del área de estudio se destacan los vertimientos de la industria de Palma Agroinse a caño afluente de la Qda. Guaduas en el área de estudio y los vertimientos de la comunidad aguas arriba de los cuerpos de agua que cruzan el área de estudio.

En este sector la prestación del servicio de alcantarillado no cuenta con planta de tratamiento de residuos líquidos, siendo esta una de las principales causas de contaminación ambiental, especialmente de las fuentes de agua donde se realizan los vertimientos. Para algunas fincas en el sector rural se utiliza el sistema de pozos sépticos.

La evacuación de las aguas servidas, corresponde principalmente a las aguas negras domésticas, se encuentran relacionadas con la ubicación de los principales asentamientos humanos y en las áreas rurales se encuentran dispersos a lo largo de diversos cuerpos de agua de acuerdo con la cercanía de las viviendas.

3.1.2.7 Hidrogeología. Uno de los objetivos primordiales de un estudio hidrogeológico es determinar y cuantificar, en lo posible, la capacidad de las unidades geológicas para almacenar y transmitir agua subterránea.

El estudio hidrogeológico se enfocó en la revisión de información secundaria apoyada con la toma de datos de campo, el levantamiento geológico, ejecución de sondeos eléctricos verticales (SEV) e inventario de puntos de agua.

❖ **Geoeléctrica.**

Durante el trabajo de campo se llevó a cabo la de exploración geoléctrica en el Bloque VMM2, jurisdicción de los municipios de Aguachica, Río de Oro y Gamarra, en el departamento del Cesar. En total, se ejecutaron siete (7) sondeos eléctricos verticales, siguiendo configuraciones electródicas tipo Schlumberger, con una separación media de electrodos de corriente (AB/2) que varió entre 350 y 500 m., para obtener información interpretable y correlacionable con las diferentes capas geoléctricas que conforman el subsuelo, localizados uniformemente en el Bloque VMM2.

El objetivo era reconocer las propiedades del subsuelo y su capacidad potencial como acuíferos y los niveles potenciales de contaminación.

De manera general, se observa que las resistividades eléctricas aparentes obtenidas, son bajas, situación dada porque los materiales que infrayacen el subsuelo son muy arcillosos y/o porque los acuíferos contienen agua que puede llegar a ser salobre, tal como lo manifiestan algunos usuarios del recurso en el sitio. Con lo anterior, se deduce que los niveles acuíferos de importancia en calidad como en cantidad se encuentran en los niveles más someros, hasta una profundidad entre 50 y 70 m., interpretado a partir del estudio de prospección geoléctrica.

Las curvas, en su mayoría, no son del mismo tipo, aunque todas tienden a bajar a excepción del SEV-1, que en profundidad aumenta la resistividad eléctrica, en las rocas piroclásticas saturadas en zona de fallamiento, sector nororiental del Bloque VMM2 (por fuera del área a licenciar); las restantes seis curvas muestran un comportamiento muy similar de los niveles investigados, de tal manera que se pueden establecer cuatro zonas de resistividad eléctrica para el área del Bloque VMM2, con los resultados de los sondeos realizados; zonas correlacionables con

los depósitos cuaternarios (Depósitos de conos aluviales –QTcal, Depósitos de conos y terrazas – Qcal, Depósitos fluviales de llanura de inundación y terrazas-Qfal y Depósitos Fluviolacustres- Qfl) y con niveles arcillosos del Grupo Real-Tmr.

❖ **Unidades Hidrogeológicas.**

En el área de estudio afloran sedimentos cuaternarios de extensión local, correspondiente a los depósitos de conos aluviales, de terrazas aluviales y depósitos fluviolacustres, no consolidados; estos sedimentos presentan porosidad primaria y en sus niveles permeables conforman acuíferos, que están limitados igualmente por el espesor de los niveles arcillo-limosos de baja permeabilidad.

Le infrayacen las rocas del Grupo Real, de edad terciaria, de extensión regional, que en el sitio y hasta la profundidad de investigación geofísica realizada en el presente trabajo, lo componen principalmente rocas arcillo-limosas, aunque puede tener niveles arenosos saturados con agua salobre.

Las formaciones Tablazo y rocas jurásicas fracturadas, aflorantes al noreste de la zona de estudio, por fuera del área a licenciar del Bloque VMM2, pueden conformar acuíferos, por porosidad secundaria y la Formación Simití puede conformar acuitardos.

De tal manera que en la zona de estudio el acuífero de mayor importancia lo conforman los sedimentos Cuaternarios y el basamento hidrogeológico en el sitio, lo constituye el Grupo Real.

Las unidades hidrogeológicas del área están representadas por sedimentos (depósitos recientes), que poseen porosidad primaria o intergranular; se diferenciaron dos unidades que corresponden a sedimentos semipermeables a permeables.

En el subsuelo se identificaron como acuíferos las unidades geológicas que permiten el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea; acuitados a las unidades geológicas que pueden almacenar agua; sin embargo, la transmiten muy lentamente en comparación con los acuíferos; y acuíclados a las unidades geológicas que no permiten la transmisión de agua subterránea y se consideran impermeables. Por otra parte, la oferta de agua subterránea en el área de estudio es buena, ya que dentro del área a licenciar del Bloque VMM2 solo se presentan depósitos recientes, al punto que el agua que consumen los habitantes de la zona es tomada de pozos y aljibes. No es común el uso de agua de fuentes superficiales y manantiales para usos diferentes a la ganadería.

3.1.2.8 Geotecnia. Con el objeto de adelantar la sectorización del área de estudio en zonas de comportamiento geotécnico similar, se analizó y validó la información existente durante la visita de campo.

Posteriormente, se realizó una zonificación geotécnica, en cuya evaluación se tuvieron en cuenta aspectos geológicos, geomorfológicos, climatológicos, la cobertura vegetal y de amenaza sísmica. Dichos aspectos y sus respectivos mapas han sido tratados y presentados en los ítems previos del presente documento.

❖ **Zonificación Geotécnica.**

Para la realización del mapa de zonificación geotécnica, con base en un SIG, se dieron valores de 1 para la estabilidad muy alta para cada uno de los criterios, 2 para estabilidad alta, 3 para estabilidad moderada, 4 para baja estabilidad y 5 para muy baja estabilidad.

De acuerdo con la zonificación Geotécnica, el 77,19% del área del Bloque VMM2 se clasifica como área de estabilidad moderada y el 22,81% corresponde a estabilidad baja. No se aprecian áreas de estabilidad muy alta, alta, ni muy baja.

Si se tiene en cuenta que la tectónica (T) y el tipo de material (M) presentan valores constantes, y que el riesgo sísmico (S) oscila entre dos valores, se puede concluir que los parámetros que marcan el punto de quiebre son la pendiente (P) (que aunque abarca varios rangos es primordialmente inferior al 30%) y principalmente el uso del suelo (U), el cual abarca cuatro categorías.

Como resultado de la zonificación se tienen solo dos tipos de estabilidad por geotecnia: moderada y baja.

La estabilidad geotécnica moderada, corresponde a la mayor parte del área de estudio, y está asociada a pendientes planas a inclinadas en combinación con gran parte de los usos del suelo que aparecen en el bloque.

La estabilidad geotécnica baja corresponde a pendientes de terrenos quebrados a escarpados, combinados con mosaicos de pastos con espacios naturales, pastos limpios y cultivos de algodón principalmente. Aunque la estabilidad geotécnica baja está distribuida por todo el bloque, se presenta una mayor concentración en el sector norte y especialmente nororiental del Bloque VMM2, asociado a los sitios con colinas de piedemonte.

Se nota una tendencia a los valores de estabilidad moderada por la presencia de sedimentos, como tipo de material (M), y de un uso del suelo que no ofrece mucha estabilidad, como son los casos de los cultivos transitorios y los pastos en sus diferentes presentaciones.

3.1.2.9 Atmósfera.

❖ Clima.

Debido a que el clima se relaciona generalmente con las condiciones predominantes en la atmósfera, éste se describe a partir de variables atmosféricas

como precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, velocidad del viento y nubosidad, denominados elementos climáticos. Por lo tanto, el clima es un parámetro que requiere un estudio detallado, dado que este influye en un alto grado en el tipo de suelos y vegetación presentes del área de influencia. A continuación se realiza una descripción a nivel regional y local

Para el análisis de los elementos climáticos de la zona de estudio, se seleccionaron catorce (14) estaciones del IDEAM escogidas por su proximidad geográfica, representatividad y distribución homogénea.

La información obtenida de las estaciones del IDEAM fue mensual multianual para los datos climatológicos de Temperatura, Humedad Relativa, Evaporación, Brillo Solar, Nubosidad, precipitación y Vientos, por lo tanto se evidencia como limitante los intervalos cortos de tiempo y la carencia de registros en algunos años.

A continuación se presenta el análisis de cada uno de los parámetros climatológicos utilizados para la descripción de la climatología en el área de estudio.

- Temperatura.

La temperatura media anual multianual oscila entre 16.8 °C a 28.6 °C; mientras que la temperatura media mensual multianual varía entre 24.0 °C a 24.9 °C. Estas temperaturas corresponden a un clima cálido; por la poca variación durante el transcurso del año, se ajusta a un régimen isotérmico de temperaturas con un promedio de 24.5 °C.

- Presión Atmosférica.

La presión atmosférica es el peso de la masa de aire por cada unidad de superficie. Por este motivo, la presión suele ser mayor a nivel del mar que en las

cumbres de las montañas, aunque no depende únicamente de la altitud. Su valor al nivel del mar es aproximadamente 101320 Pa, es decir 101,32 KPa (donde Kpa es kiloPascal, equivalente a 1000 Pa, y Pa es Pascal).

De acuerdo al promedio de las estaciones utilizadas se estableció el valor de presión atmosférica para el área de estudio de 99,36Kpa, con una altura promedio de 165 m.s.n.m.

- Precipitación.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los histogramas de las estaciones utilizadas, se pudo establecer que en la zona de estudio aproximadamente tiene un régimen pluviométrico bimodal; la primera temporada de lluvias se presenta durante los meses de abril a junio, con variaciones entre los 166.4 mm a 231.5 mm; en donde en promedio se recibe el 34% de las lluvias totales del año, que representan del orden de los 581mm al año.

En promedio el mes más lluvioso en este período es octubre con valores del orden de 238.4 mm; El segundo período seco o de verano se presenta entre los meses de diciembre a marzo, con variaciones entre los 20.7 mm a 66.7 mm donde las lluvias representan el 10% de las lluvias totales del año. En este periodo se recibe las lluvias restantes del año, que representan del orden de los 172.08 mm al año. El mes que en promedio registra los menores valores de precipitación es enero, con valores de 20.7 mm.

- Humedad Relativa.

En el análisis de esta variable climática se encontraron valores medios anuales que varían entre el 75.9% al 86.8%, mientras que las variaciones medias mensuales de la humedad relativa son del orden de 77.2% al 83.8%.

Los periodos donde se presentan las mayores humedades relativas están comprendidos por los meses de abril a junio y agosto a noviembre con valores promedios mensuales del orden del 80.3% a 82.5% y 80.8% a 83.8% respectivamente, siendo octubre y noviembre los meses donde se presentan los valores máximos del orden de 83.8%. Las menor humedad relativa en promedio se registran durante los meses de enero a marzo, con valores promedios mensuales inferiores al 78%, siendo febrero el mes donde se presenta el valor mínimo, del orden del 77.2%.

- Viento.

De acuerdo con los registros de las estaciones analizadas, la velocidad del viento en promedio anual esta en el orden de 2.0 m/s a 4.0 m/s, mientras que la variación mensual es del orden de 2.3 m/s a 3.6 m/s; siendo febrero en promedio el mes con mayor velocidad del viento, con valores del orden de 3.6 m/s mensuales. El mes con menor velocidad del viento es septiembre; con valores del orden de 2.3 m/s.

- Radiación Solar.

El número de horas de brillo solar es influenciado en la zona en gran medida, por la precipitación en los diferentes meses del año. El período de menor precipitación muestra que es el de mayor insolación en tanto que la temporada húmeda se caracteriza por presentar los valores más bajos de brillo solar. El brillo solar en el área de estudio del proyecto presenta valores promedios del orden de 1685 a 2215 horas de brillo solar al año.

- Nubosidad.

De acuerdo a los registros analizados para el estudio, la nubosidad en el área oscila entre 4 y 5 Octas en promedio anual, lo que permite establecer que la zona

se encuentra categorizada como Parcialmente Nubosa, dado que se encuentra por definición metodológica entre 4/8 y 5/8 de cielo parcialmente cubierto.

- Evaporación.

De acuerdo con los registros analizados la evaporación esta en promedio anual, en el orden de 1065.7 y 1843,3 mm, mientras que las variaciones medias mensuales oscilan entre 88,81 mm y 119,63 mm; siendo marzo en promedio el mes con mayor evaporación, con valores del orden de 135,6 mm mensuales. El mes con menor evaporación es noviembre; con valores promedios del orden de 104,9 mm mensuales.

- Clasificación Climática.

Clasificación Método Lang. Para la zona de estudio se presentan tres (3) tipos de clima que van desde el semiárido (Zonas húmedas de estepa y sabana), con un cociente de (52) ubicada al norte del bloque pasando por la zona denominada de transición caracterizada por presentar precipitaciones entre (1730,6 y 1803,7 mm), ubicada en la parte central de la zona de estudio, hasta presentarse el clima semihúmedo (zonas húmedas de bosques claros) en la parte sur del área, obteniendo un cociente de 88,68.

Pisos Térmicos. Para la clasificación de los pisos térmicos en la zona de estudio, se empleó las variaciones en cota para cada una de las diferentes estaciones que caracterizan la zona de estudio, entre 50 m.s.n.m. y 2545,4 m.s.n.m., también se empleó la distribución espacial de la temperatura, la cual registra valor medio de 28.7 °C.

3.1.2.10 Calidad del Aire. Para el área donde se llevará a cabo el presente proyecto se tienen los siguientes tipos de fuentes:

Fuentes Fijas Dispersas. Tal y como su nombre lo indica, corresponden para el área de estudio a aquellos lugares donde se realiza la quema controlada como actividad regenerativa del suelo (cultivos). La distribución de esta fuente es generalizada en el área y está relacionada con las características físico-bióticas de la zona y las costumbres de los habitantes de la región.

También se incluyen en este tipo de fuente, la quema de residuos sólidos domésticos como método de disposición final de los mismos, siendo ésta una práctica común en las zonas rurales.

En estos casos se generan emisiones de material particulado y gases como los COx en su mayoría. La distribución de este tipo de fuente al igual que la anterior es generalizada sobre el área de estudio y corresponde a los lugares en donde se encuentren viviendas.

Fuentes Móviles. Básicamente se establecen las de tipo terrestre, su distribución es dependiente de las vías de acceso de la zona y están constituidas principalmente por los vehículos de transporte público, los vehículos asociados a las actividades desarrolladas en la zona (petroleras, agropecuarias, etc.) y los particulares que transitan por el área, y su consecuente combustión y emisión de gases de efecto invernadero (óxidos de carbono COx, óxidos de nitrógeno NOx, entre otros) y generación de material particulado cuando se movilizan por las vías destapadas.

3.1.2.11 Ruido. La identificación y tipificación de las fuentes generadoras de ruido se relacionan directamente con el desarrollo las actividades agropecuarias de la región, y asentamiento de comunidades tal y como se especifica a continuación:

Actividades Agropecuarias. El uso de bulldozer, cortadoras, tractores, camperos y equipos para adecuar el terreno para las prácticas agropecuarias (cultivos de palmas), se consideran como otra fuente de ruido, cuyo nivel de presión sonora generado es mínimo. La distribución de esta fuente es general para el área.

Centros Poblados. Otras fuentes de ruido corresponden a los centros poblados de las veredas (Puerto mosquito, Barranca Lebrija, Guaduas, Buturama) que se encuentran dentro del área de interés exploratorio. Así mismo se incluyen el paso de vehículos de transporte liviano y pesado, conversaciones de peatones, ruido de animales domésticos y fauna nativa.

3.2.2 Medio biótico

3.2.2.1 Ecosistemas terrestres

❖ Flora

Para el componente flora, se define como área de influencia la superficie limitada por las coordenadas del bloque Valle Medio del Magdalena - 2 (VMM2), la cual integra zonas de jurisdicción de los municipios de Aguachica, Río de Oro y Gamarra, en la parte sur del departamento del Cesar; y puntualmente en las zonas en donde se realice intervención directa sobre la cobertura vegetal, es decir, las superficies en donde el proyecto requiera aprovechamiento de árboles y/o afectación de la capa vegetal.

- Zonas de Vida.

La zona de estudio se localiza a una altura entre 50 y 400 metros, registrando una temperatura promedio entre 28°C - 30°C y una precipitación que oscila entre los 1250 y 2000 mm anuales, con un prolongado periodo de lluvias y otro de sequía;

de acuerdo a la información climatológica analizada para el Bloque VMM2 se obtuvo dos zonas de vida según Holdridge, una localizada hacia el norte correspondiente a Bosque seco tropical (Bs-T) y otra para el sector sur que pertenece a Bosque húmedo tropical (Bh-T).

- Unidades de Cobertura Vegetal.

La caracterización de la cobertura vegetal para el bloque VMM2 se realizó partiendo de las coberturas identificadas en la restitución de Imágenes Satelitales de la zona y de su reconocimiento directo, por medio de recorridos al interior del Bloque, en donde se actualizó y verificó lo identificado en dichas imágenes.

Las coberturas vegetales se clasificaron a partir de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). A partir de la definición y validación de las unidades de cobertura vegetal se estableció que la cobertura dominante en el área de estudio son los pastos (arbolados y manejados), los cuales cubren alrededor del 50% del área total y que hacen parte de la categoría Territorio Agrícola.

Como resultado del proceso mencionado anteriormente, para el bloque VMM2, se identificaron los tipos de cobertura vegetal que se presentan en la **Tabla 33**.

Tabla 33. Coberturas Vegetales presentes en el Bloque VMM2.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCIÓN
TERRITORIOS ARTIFICIALES	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Son espacios conformados por construcciones (viviendas) que cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación (cultivos y áreas naturales).
TERRITORIOS ARTIFICIALES	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Está constituida por las vías y la red férrea presente al interior del Bloque.
		Aeropuertos	Esta categoría está representada por

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCION	
			las pistas de aterrizaje que se encuentran en el Bloque.	
TERRITORIO AGRÍCOLAS	Cultivos transitorios	Oleaginosas y leguminosas	Son los cultivos con un ciclo menor a un año, al interior del bloque se encuentran cultivos de algodón.	
	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes arbóreos	Son los cultivos que el ciclo vegetativo es mayor a un año, en la zona se encuentra cultivos de palma africana.	
		Cultivos agroforestales	Está categoría es un arreglo espacial entre herbazales, arbustales y fustales.	
	Pastos	Pastos limpios	Son las tierras donde la cobertura predominante son los pastos limpios, debido a las prácticas de manejo que impiden el desarrollo de otras coberturas.	
		Pastos arbolados	Son potreros con presencia de pastos en asociación con árboles de porte superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa.	
		Pastos enmalezados	Son terrenos ocupados por pastos y malezas de altura inferior a 1.5 metros.	
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico Pastos Cultivos	Comprende terrenos ocupados por pastos y cultivos, con un patrón de distribución intrincado.	
		Mosaico pastos espacios naturales	Comprende terrenos ocupados por pastos y espacios naturales, en una proporción entre 30 y 70%, los espacios naturales pueden ser coberturas boscosas o arbustales poco intervenidas.	
	BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque abierto	Comunidad vegetal conformada por elementos arbóreos con un estrato de copas discontinuo.
			Bosque ripario	Es la cobertura que se ubica a lo largo de los cuerpos de agua y drenajes naturales.
Plantación forestal			Son coberturas establecidas mediante plantación para fines comerciales y/o ambientales.	
Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva		Herbazal	Comunidad vegetal conformada por individuos herbáceos (plantas no lignificadas).	
		Vegetación secundaria	Está constituida por vegetación en	

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	DESCRIPCION
		o en transición	estado de sucesión, presenta dosel irregular.
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Son superficies o depósitos de agua.

Fuente: Geocol Consultores S.A.,

- Ecosistemas Sensibles y Áreas Naturales Protegidas.

Los ecosistemas sensibles son aquellos que son altamente susceptibles al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos, en el área de estudio debido a su localización se identificaron las áreas que se presentan en la **Tabla 34.**

Tabla 34. Áreas sensibles – Áreas naturales protegidas en el bloque.

ÁREAS SENSIBLES –ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO
Áreas de Protección Hidrográfica	Zonas de ronda del río y nacimientos. Como las Quebradas Santa Inés, Peralonso y arroyo Hormiguero.
Zonas de Bosques Protectores	Bosques riparios a lo largo de los cuerpos de agua. Enclaves de bosque seco. Reservas foresta de río Magdalena, definida por la ley 2ª. (Esta reserva se encuentra aledaña al bloque en la zona norte, en el municipio de Río de Oro).
Cuerpos de Agua Lenticos	Lagunas localizadas al interior del bloque. Ciénaga Doña María, la cual hace parte del complejo cenagoso del Río Magdalena.

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2011.

❖ **Fauna.**

El proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2 se encuentra en uno de los ecosistemas más transformados de la parte media del valle del río Magdalena y corresponde biogeográficamente a bosque seco tropical (Bs-T) y bosque húmedo tropical (Bh-T) (según Holdridge, 1967). Estas zonas de vida, debido a la fertilidad de los suelos, han sido objeto de concentración de las poblaciones humanas y de alteración de los ecosistemas naturales. El bosque seco se define como una formación vegetal con una cobertura boscosa continua; con distribución entre los

0-1000 m de altitud, con temperaturas superiores a los 24°C y precipitaciones entre los 700 y 2000mm anuales con uno o dos periodos marcados de sequía al año (IAVH, 1997).

La fauna del Valle del río Magdalena medio pertenece a uno de los 58 centros de endemismos propuestos para el territorio colombiano y conocido como “Lebrija”, en el cual se concentra una alta riqueza de especies y un alto grado de endemismo. A pesar de los cambios en el curso de río Magdalena en los últimos 300 años, este se ha mantenido como una barrera de primer orden para un gran número de especies. Se considera que la fauna original de esta región guarda muchas afinidades con la fauna de la región caribeña y centroamericana; sin embargo la desaparición de hábitats naturales y la extracción maderera del bosque, acelerada los últimos 40 años, ha causado profundos cambios en el paisaje y con ello la extinción de poblaciones animales (Amatet *al.*, 2007).

El área de Influencia Indirecta del proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2 en el sector Nororiental presenta zonas montañosas, que hacen parte de las estribaciones Noroccidentales de la cordillera Oriental, con elevaciones de 1800 m, en el Morro Cruz de Peña del municipio de Río de Oro, en el área específica de la reserva forestal del río Magdalena, incluida en la zonas de reservas forestales establecidas por la Ley 2ª de 1959 (sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables); al sur occidente, una zona de planicie o llanura irrigada por los ríos Lebrija y Magdalena, con numerosas quebradas y arroyos y un complejo cenagoso entre Barranca Lebrija y Puerto Patiño (Ciénaga Doña María) que está rodeado por Bosque abierto inundable.

Hacia las cuencas de los ríos Lebrija y Magdalena existe un corredor de vegetación constituido por bosques riparios, que son los reductos del Bosque húmedo Tropical que existía en la región, el cual ha desaparecido, por el avance

de las fronteras agropecuarias, las talas y las quemadas. La fauna silvestre que aún sobrevive, es similar a la registrada en el área de Río de Oro y en el margen del río Magdalena, con la excepción del ave llamada Chavarrí (*Chauna chavaria*), especie propia de la zona de ciénagas y de inundación del Bloque.

Área de Influencia Directa. Para la caracterización de la fauna del proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2, se emplearon diferentes técnicas de muestreo para los diferentes grupos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), como muestreos, métodos de observación directa (recorridos y puntos de observación) y métodos de detección indirecta (búsqueda de rastros y entrevistas), teniendo en cuenta lo establecido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2010).

- Mamíferos.

El empleo de encuestas, las redes de niebla y la integración de la comunidad en la observación y manipulación de individuos, fueron las metodologías más importantes, pues a través de ellas se obtuvo muy buena información sobre las especies de mamíferos de la zona de estudio.

Durante el trabajo de campo para el proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2 se recolectaron datos sobre la presencia de 24 especies de mamíferos, pertenecientes a 7 Órdenes, distribuidos en 20 géneros.

A partir de las coberturas vegetales definidas para el área de influencia del proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2, se constituyeron cuatro hábitats (pastos, cultivos, territorios artificiales y bosques) para establecer las preferencias de los mamíferos. Los mamíferos registrados para la zona, presentan dietas alimenticias variadas, influenciadas probablemente por los

recursos ofrecidos e interacciones ecológicas, el mayor porcentaje de especies se encuentra entre los gremios frugívoros (38%), insectívoros (32%) y carnívoros (15%) seguido de hematófagos (9%), herbívoros (3%) y carroñeros (3%). Las dietas de las especies en su mayoría no están restringidas a un solo tipo de alimento ni tampoco a un solo parámetro alimenticio, ya que complementan su dieta con diferentes tipos de recursos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en campo, se pudo establecer que el 64% de las especies tienen hábito grupal, lo cual es común en algunos mamíferos por las ventajas que esto tiene, como la posibilidad de ayudarse para conseguir comida, la protección contra predadores y el cuidado de las crías.

De las 23 especies de mamíferos reportadas para la zona, tanto las observadas en el AID y las resultantes de encuestas, ninguna se encuentra vulnerable o en estado crítico. Las especies *Leopardus pardalis* y *Cebus albifrons* se encuentran en el apéndice II de CITES.

- Aves.

Para el proyecto de perforación exploratoria del Bloque VMM2 se reporta un total de 80 especies de aves distribuidas 37 familias y 15 Órdenes; siendo el Orden de las passeriformes (aves cantoras) el más rico con 10 familias; el resto de Órdenes está representado de una a tres familias; la familia con más número de especies fue Ardeidae (7 especies), seguido de Columbidae (5 especies) y Emberecidae (4 especies). A nivel de especie, las que mayor representatividad tuvieron en cuanto a individuos registrados fueron *Bubulcus ibis* (50), *Milvago chimachima* (34), *Phalacrocorax brasilianus* (30) y *Caracara plancus* (26).

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el área de estudio, se observa que el hábitat donde se encuentran los mayores

porcentajes de abundancia de avifauna (41%) es en los territorios agrícolas (cultivos de palma y pastos). Estas especies se adaptan a espacios abiertos, resultantes de la adecuación de tierras para potreros y cultivos. El grupo aquí representado está conformado por especies carnívoras, carroñeras, insectívoras y filtradoras, entre otras.

Del total de la avifauna se encontró que las especies dentro del gremio trófico que se alimentan de peces representan un 8%, las que se alimentan de frutos e insectos un 7%; las granívoras constituyen el 11% y las aves del grupo trófico que se alimentan de insectos grandes y de vertebrados pequeños representan el 13%; el gremio trófico mejor representado es el insectívoro con 40% de la avifauna total.

Referente a la organización social de las aves, se obtuvieron registros de 20 especies que socialmente forman grupos de bandadas mixtas, 20 especies para grupos monoespecíficos; los registros de especies socialmente solitarias fueron de 40 especies.

Para el área del bloque VMM2 se registraron 13 especies con algún grado de amenaza; *Chauna Chavaria* como vulnerable (VU) a nivel nacional por el Libro Rojo de Aves de Colombia (Renjifo *et al.*, 2005) y casi amenazada (NT) por la Unión Mundial para la Naturaleza - IUCN-; y 12 especies amenazadas por tráfico ilegal según *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna* (CITES), 1 en apéndice I y 11 en apéndice II.

- Herpetofauna.

Anfibios (Orden Anura). Se registró un Orden de anfibios (Anura), conformado por 5 familias y 7 especies, aproximadamente el 43% de las especies

perteneces a la familia Leptodactilydae, mientras que las demás familias están todas representadas por el 14.3%.

Varias especies del género *Phyllobates* están en el apéndice II de CITES, y son especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En el área del Bloque VMM2 no se evidenció comercio de estas especies.

Reptiles. El 86% de las especies de herpetofauna fueron del Orden Squamata y el 14% de los Testunidata. Estos porcentajes se relacionan mucho con las condiciones actuales de los reptiles en el Bloque. Las tortugas han sido ampliamente cazadas para alimentación, mostrando una baja poblacional a lo largo de toda el área, reflejado en la información proporcionada por los habitantes de la zona.

El 86% de las especies de herpetofauna fueron del Orden Squamata y el 14% de los Testunidata. Estos porcentajes se relacionan mucho con las condiciones actuales de los reptiles en el Bloque. Las tortugas han sido ampliamente cazadas para alimentación, mostrando una baja poblacional a lo largo de toda el área, reflejado en la información proporcionada por los habitantes de la zona.

❖ **Ecosistemas Acuáticos.**

- Comunidad Íctica.

Los resultados obtenidos fueron colectados de información primaria (atarraya y/o nasa) y por medio de comunicaciones personales con los habitantes de la zona. Se identificaron un total de 29 especies: 13 correspondientes al orden Characiformes, 11 al grupo de los Siluriformes, tres (3) al orden Perciformes y solamente uno (1) para el orden Myliobatiformes así como para el orden

Gymnotiformes. Es de anotar que en la Ciénaga Doña María se encontró la mayor diversidad de fauna íctica reportando en total 12 especies del total de organismos reportados en el estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que los cuerpos de agua monitoreados dentro del área de interés del Bloque VMM2, se presenta una comunidad íctica diversa donde los caracidos comprenden el grupo de mayor representatividad en términos de riqueza al reportar un porcentaje del 46%, seguidos de los Siluriformes quienes registraron un porcentaje de riqueza del 38%.

- Especies Amenazadas.

De acuerdo con el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2002) y la Resolución 0383 del 23 de febrero de 2010, según lo reportado siete (7) de las especies identificadas presenta algún grado de vulnerabilidad. A continuación en la **Tabla 35** se reportan las especies amenazadas y su grado de vulnerabilidad según los autores nombrados con anterioridad.

Tabla 35. Descripción de las características de las faenas de pesca realizadas en los cuerpos de agua monitoreados.

ESPECIE	GRADO DE VULNERABILIDAD*
<i>Curimata mivartii</i>	Vulnerable
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	En Peligro
<i>Prochilodus magdalenae</i>	En Peligro Critico
<i>Plagioscion magdalenae</i>	Vulnerable
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum**</i>	En Peligro Critico
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	En Peligro
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	En Peligro

*Criterios definidos en el Libro Rojo de Peces Dulce acuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2002).

**Sinonimia *P. fasciatim* (Buitrago-Suarez & Burr, 2007).

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2011.

3.2.3 Medio socioeconómico. Se clasifico, en área de influencia tanto indirecta como indirecta, de acuerdo a la forma, intensidad y posible afectación en que se manifestarán los impactos que eventualmente se lleguen a generar, siendo el área de influencia directa aquellas unidades administrativas donde se expresen con mayor intensidad los impactos y el área de influencia indirecta, en aquellas a donde se puedan extender.

El área de influencia directa del Estudio de Impacto Ambiental para el Bloque de Perforación Exploratoria Valle Medio del Magdalena – 2 , quedó constituida por el área rural de los municipios de Aguachica, Rio de Oro y Gamarra en el departamento del Cesar incluye las áreas administrativas de las veredas, algunas de ellas con la calidad de corregimiento, debido a que allí se prestan algunos servicios administrativos a los pobladores que son Santa Lucia, Barranca Lebrija, Lomas de Corredor, Guaduas, Buturama, Puerto Patiño, El Juncal, El faro, Villa de San Andrés, Santa Inés, La Cascabela y Esmeralda Baja, en el municipio de Aguachica; El Silencio, Meca, Buenavista y Cruce de Patiño, en la localidad de Río de Oro y Puerto Mosquito en la municipalidad de Gamarra, todos ellos en la histórica región del Magdalena Medio Nacional.

En este mismo sentido, se incluyo como área de Influencia Directa la vereda Cuatro Bocas de la localidad de Puerto Wilches, en razón de que los vertimientos solicitados para aguas servidas generadas por las actividades típicas del proyecto, sobre el río Lebrija, puede eventualmente causar impactos sobre sus aguas y afectar las actividades productivas, recreativas y culturales que las comunidades de tal vereda realizan sobre el cauce de mencionado río.

Como área de influencia indirecta del proyecto, se establecieron los cascos urbanos de los municipios de Aguachica, Rio de Oro y Gamarra en el departamento del Cesar y Puerto Wilches en el departamento de Santander en ese estricto orden, fundamentalmente en relación con las ventajas, necesidades y

extensión de los posibles impactos generados, que se presentan en lo que respecta al aspecto político – administrativo, a sus dinámicas sociales y económicas y al equipamiento urbano en lo relacionado con la oferta de bienes y servicios que sean necesarios para el desarrollo del proyecto.

Como marco regional se incluyó al departamento del Cesar, debido a la relación que tendrán con el desarrollo administrativo y social con el desarrollo del proyecto y para ello se hace necesaria su caracterización, ya que de su entorno social, político, económico y administrativo se derivarán actividades que influenciaron de alguna manera el desarrollo del presente proyecto.

El procedimiento metodológico de acercamiento, información a las comunidades locales y autoridades administrativas, se fundamentó en tres momentos claramente determinados, primero, en reuniones de socialización mediante las cuales se ilustraron los objetivos, alcances, fases y detalles técnicos, sociales y ambientales, con la participación de las comunidades de área de influencia directa del proyecto, sus representantes comunitarios, de las Juntas de acción comunal y de despachos de las administraciones locales como secretarios del despacho, personero y coordinadores de secciones, entre otros.

En las veredas del área de influencia directa del proyecto, la recolección de información estuvo mediada por una metodología tipo censo, es decir que en las dieciocho veredas se diligenció la ficha veredal mediante la cual se tomó información por cada uno de los indicadores sociales, políticos, culturales, coberturas de servicios públicos, infraestructura de servicios sociales y poblacionales, al igual que sobre las dinámicas productivas, principales actividades económicas Veredales, estructura de la propiedad, tenencia de la tierras, entre otros; de igual manera se realizaron visitas a los predios, escuelas veredales, Industrias, etc., para obtener información primaria sobre el componente social y económico de la zona.

Adicionalmente al diligenciamiento de las fichas veredales y a través de charlas informales con pobladores del área, de observación directa y de práctica de etnografía en las comunidades, se logró establecer relaciones de cohesión social al interior de las comunidades, referentes culturales bases de comportamiento como colectividad, niveles de conflictividad, mecanismos de resolución de mencionados parámetros conflictuales, entre otros, que permitieron establecer estructuras socioculturales en los conglomerados sociales objetivo de este Estudio, caracterización que sirve de base para la identificación, clasificación y evaluación de los impactos de orden socioeconómico, buscando con ello la construcción del Plan de Gestión social, que prevenga o mitigue los impactos identificados.

En el procedimiento de recolección de información secundaria, se obtuvo a través de visitas a los despachos de cada una de las administraciones municipales correspondientes en donde se recolecto información en los Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo Municipal, datos de estadísticas poblacionales en las oficinas del SISBEN a nivel veredal y de acuerdo al género, existencia, alcances y cubrimiento de proyectos de desarrollo social y comunitario en las oficinas de desarrollo social y comportamiento de los diferentes actores sociales existentes en el área y sus índices de conflictividad institucional en entrevistas con los personeros municipales correspondientes.

La participación igualmente considera los trabajos de inicio del proyecto, donde se procederá a la aplicación de todos los mecanismos formales de participación a los cuales tiene derecho la comunidad y autoridad local por ley constitucional, como podemos destacar el proceso de información y presentación del proyecto, con el cual se busca, por un lado reconocer las autoridades locales y por otro reconocer, fortalecer y dinamizar las formas de organización social existentes, fundamentadas en las Juntas de Acción Comunal principalmente.

Después de realizar el trabajo de campo y de analizar distintas variables a nivel social, geográfico y poblacional, se decidió establecer como área de influencia indirecta del proyecto, a los cascos urbanos de los municipios de Aguachica y Rio de Oro, en el departamento de Cesar, ya que pueden recibir algunos impactos de manera indirecta, también por su ubicación geográfica, las vías de acceso y su oferta de bienes y servicios necesarios para la ejecución del proyecto, lo convierten en punto de ingreso necesario y obligatorio hacia el área de influencia directa del proyecto, que incluye a los pobladores, el equipamiento urbano y apoyo logístico como medio de interacción social el intercambio económico para el desarrollo de las actividades del mismo.

De igual manera se estableció al casco urbano del municipio de Gamarra, como área de influencia indirecta del proyecto en relación a que la vereda Puerto Mosquito establecida como área de influencia directa del proyecto pertenecen a su división político – administrativa, a pesar de que su gran distancia del área de ejecución del proyecto no le ofrece garantías comparativas a la realización del mismo, pero no es óbice para que exista una relación de tipo tributario y de permisos para las actividades propias del proyecto. A continuación se describen las características que permiten considerar a las localidades referidas como área de influencia indirecta:

La zona perteneciente al Bloque de Perforación Valle Medio del Magdalena – 2 , presenta varias vías de acceso, pero todas ellas dependen o se derivan de la troncal nacional, que conduce desde el centro del país hasta la costa Atlántica, lo cual es un beneficio, ya que se encuentra en óptimas condiciones de pavimentación y conservación, para su utilización, en función de su utilización en las actividades propias de un proyecto exploratorio, de hecho pasa muy cerca del borde oriental del polígono a licenciar.

Hacia los principales centros poblados que integran el área de influencia directa del Estudio, existen vías secundarias, que conducen hasta los principales sectores de poblamiento nucleado de la zona, la mayoría de ellas se encuentran sin pavimentar y en alto estado de deterioro por la falta de conservación y que en épocas de invierno se vuelven prácticamente intransitables.

Por el sector noroccidental del bloque existe otro acceso, que conduce desde el sector Puerto Mosquito en la localidad de Gamarra, hasta los centros poblados de Loma de Corredor, Puerto Patiño y Barranca de Lebrija en el municipio de Aguachica, ésta vía atraviesa perpendicularmente la parte occidental del Bloque y corre prácticamente paralela al río Magdalena, y es un buen acceso hacia esta zona, pero está sin pavimentar y en alto estado de deterioro, lo cual hace que su transitabilidad sea muy difícil, particularmente en época de invierno.

Por otra parte, el área también es atravesada por una línea férrea que tradicionalmente ha sido línea de transporte de carga pesada en la zona, y que igualmente conduce hasta la costa Caribe, pero que sirvió en épocas pasadas como línea de integración y transporte estructural en el departamento, pero que en la actualidad es utilizada solo circunstancialmente.

Como área de influencia directa del Estudio de Impacto Ambiental, bloque de perforación exploratoria Bloque del Valle Medio del Magdalena -2, quedaron establecidas las veredas Santa Lucía, Barranca Lebrija, Lomas de Corredor, Guaduas, Buturama, Puerto Patiño, Cabezas, El Juncal, Caño Hormiguero, El faro, Villa de San Andrés, Santa Inés, La Cascabela y Esmeralda Baja, en el municipio de Aguachica, El Silencio, en la localidad de Río de Oro y Puerto Mosquito en la municipalidad de Gamarra, ya que su jurisdicción o parte de ella, está incluida dentro del polígono que delimita el bloque y que por consiguiente puede estar sujeto a recibir los impactos a nivel del medio socioeconómico, ocasionados por la ejecución del proyecto, bien sea en su medio físico como en

sus niveles sociales, organizativos, políticos y culturales dentro de las dinámicas exploratorias en el bloque a licenciar.

Dentro de los lineamientos de participación de las comunidades organizadas, se realizaron reuniones de información ante las autoridades locales así como en las veredas incluidas dentro del área de influencia directa del proyecto, en los cuales y luego de realizar la convocatoria a través de sus respectivos presidentes de las Juntas de Acción Comunal, se procedió a la ejecución de talleres sobre los alcances, objetivos y medidas de mitigación ambiental del proyecto exploratorio, detalles técnicos sobre las actividades a desarrollar y el plan de gestión social propuesto, en donde la participación de las comunidades a través de sus sugerencias y solicitudes y una constante retroalimentación sirvieron como base para el desarrollo de las reuniones de socialización referenciadas.

Una de las estrategias empleadas en estas reuniones, fue la realización de manera participativa una matriz por vereda, en donde se relacionaron las principales actividades a ejecutar, los impactos sociales, económicos y ambientales que pudiera generar cada una de ellas y la forma como las mismas comunidades propusieron que se previnieran o mitigarán, lo cual permitió establecer una dinámica de retroalimentación en las socializaciones realizadas.

Por otra parte, se encontró que la principal forma organizativa a nivel social en las veredas incluidas dentro del área de influencia directa, son las Junta de Acción Comunal.

Durante el recorrido efectuado a las diferentes unidades de paisaje del Bloque Valle Medio del Magdalena – 2 (VMM2), se registraron dos sitios con material cultural superficial en terrazas y colinas de cierta altitud con aplanamientos amplios, aledañas a la Ciénaga doña María. Los hallazgos se registraron en el sector de Linares a Oeste de la Ciénaga doña María (Vereda Puerto Patiño) y al

Sur de la misma, en la Finca La Ceiba (Vereda Barranca de Lebrija). Aunque no se pudo verificar la presencia de depósitos culturales por el alcance de este estudio, se georeferenciaron estos sectores para que se tengan en cuenta para futuros estudios o para las diferentes actividades exploratorias que se puedan registrar en el bloque.

Teniendo en cuenta los resultados de la revisión de fuentes secundarias y etnohistóricas, los datos de los pobladores del sector y el reconocimiento arqueológico efectuado al Bloque exploratorio Valle Medio del Magdalena - 2, se debe tener en cuenta las siguientes medidas de manejo con el fin de proteger el patrimonio arqueológico. En diferentes sectores del bloque correspondientes a llanuras aluviales, llanuras aluviales de piedemonte y llanuras de desborde, se han registrado varios sitios. Durante este reconocimiento se logró corroborar la potencialidad arqueológica de algunas Ciénagas como es el caso de doña María la cual se ubica dentro del área de afectación del proyecto.

3.2.4 Paisaje. La caracterización de este componente se realizó basada en los fundamentos de la ecología del paisaje, reconociendo la interacción de los componentes bióticos y abióticos que conforman la base de los demás componentes del ecosistema, y es donde actúan las fuerzas modeladoras del paisaje, los cuales a su vez lo determinan, consolidando un escenario compuesto por campos de cultivo, bosques, montañas y ríos (Wiens 1995), por otro lado los factores bióticos y abióticos en una cierta área de la superficie terrestre, incluyendo el estudio de las relaciones espaciales, temporales y funcionales entre los componentes de los paisajes (Van Gils et al. 1990).

Para la determinación de las áreas con características homogéneas del Bloque VMM2, se utilizaron las características físico-bióticas del área de influencia del proyecto, las cuales confieren mayor peso al análisis como son las unidades

geomorfológicas y las unidades de cobertura vegetal que configuran las unidades de paisaje. Desde el punto de vista paisajístico se definen 7 unidades geomorfológicas bien marcadas denominadas de la siguiente forma, Cubetas de decantación (CuD), flujos de escombros (FE), conos de explayamiento (CExp), vallecitos de piedemonte (VaP), conos de deyección (CDey) y ciénaga.

La calidad del paisaje se clasifica como CLASE B (calidad media), lo que corresponde, a áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

Es decir una calidad media, traduce en la existencia de componentes naturales (vegetación, agua, geomorfología) los cuales imprimen un valor estético en la calidad visual intrínseca del paisaje, pero también se evidencia presencia de elementos negativos ocasionados por las acciones humanas, como la pérdida de cobertura original para la implementación de monocultivos, obras de infraestructura asociada a corredores de comunicación y movilidad, además de actividades industriales asociadas a los hidrocarburos.

Dentro de las características paisajísticas presentes en el bloque de perforación exploratoria VMM2, se evidencian unas características homogéneas a lo largo y ancho del área, donde se identifica un alto grado de intervención y sus componentes y atributos están visiblemente modificados debido a los procesos productivos de la región que se han experimentado a través del tiempo.

El proyecto tendría un bajo alcance visual, con unas posibilidades bajas de ser observadas desde la ruta más transitada y concurrida de la zona (ruta I45). Las condiciones de visualización para los observadores son escasas, debido al escaso tránsito por la red de caminos y vías públicas existentes.

Respecto a la evaluación visual del paisaje los procesos que influyen en la calidad visual están ligados a los procesos antrópicos sobre el paisaje y sus componentes (bióticos y abióticos). Los procesos que interfieren con la fragilidad visual (media), están directamente relacionados con la geomorfología del bloque, el tipo de vegetación que permite favorecer los impactos en el contraste y altura.

La capacidad de absorción visual es media se relaciona con la alta diversidad de vegetación, el potencial de regeneración de la vegetación, la ausencia de contraste suelo roca.

Con base en los resultados obtenidos en el estudio del paisaje y las implicaciones que tiene el desarrollo del proyecto en el área, se puede concluir que los cambios sobre el paisaje no son significativos, ya que la implementación del proyecto no genera efectos negativos significativos sobre la calidad de los componentes del ecosistema.

4. DEFINICIÓN DE ÁREAS SENSIBLES Y MANEJO AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA

Para la identificación de los impactos que pueden afectar al medio abiótico, biótico y socioeconómico se hace necesario la delimitación de las áreas sensibles, con el fin de establecer las variables que reflejen la sensibilidad para cada componente y que serán un factor determinante para la implementación de las respectivas medidas de manejo ambiental para el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, la definición de áreas sensibles representa los grados de sensibilidad o importancia ambiental que se manifiesta en cada sitio de acuerdo con las características socio-ambientales de la zona objeto de estudio.

Con la determinación de los niveles de sensibilidad ambiental de los anteriores parámetros referenciados se busca establecer las características socio-ambientales respectivas, con el claro objetivo de poder determinar no solo la forma como se puede afectar el área sin causar un desequilibrio ecosistémico, sino poder establecer la forma como se pueden prevenir, mitigar o compensar cada uno de los impactos a generarse.

A continuación se presentan los elementos de mayor importancia para la determinación de las áreas sensibles de un área determinada.

4.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL.

Para la identificación y valoración de los posibles impactos a generarse por el desarrollo del proyecto de perforación exploratoria se debe conocer las actividades

proyectadas, la caracterización ambiental, para posteriormente integrar dicha información y establecer los grados de significancia de los impactos generados.

A continuación se presentan los criterios establecidos para la evaluación de la importancia del impacto ambiental de acuerdo con los requerimientos establecidos por la normatividad ambiental y los términos de referencia aplicables para dichos proyectos.

4.1.1 Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA). La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los parámetros de Carácter, Extensión, Magnitud, Duración, Resiliencia, Reversibilidad, Recuperabilidad, Periodicidad, Tendencia o Acumulación y Tipo de Impacto, que se evalúan conforme a los criterios de la Tabla 36.

Tabla 36. Criterios para Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA).

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
CARÁCTER (C)		
Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente.		
Positivo	+	Positivo cuando el impacto produce un efecto benéfico para el componente.
Negativo	-	Negativo cuando el impacto produce un efecto perjudicial para el componente.
EXTENSIÓN (EXT)		
Corresponde al área de influencia del impacto, es decir al área hasta donde tienen manifestación las consecuencias del suceso.		
Puntual	1	Impactos generados en el área directamente intervenida por la actividad ó proyecto, se refiere a la huella del proyecto, es decir donde se ubica la infraestructura. En el componente físico -biótico corresponde al área intervenida directamente por la obra o actividad, mientras que para el componente social corresponde al o los predios donde se construye u opera la actividad.
Parcial	2	Impactos que trascienden las áreas directamente intervenidas por la obra o actividad. En el caso del medio social incluye aquellos impactos de cobertura municipal.
Extenso	4	El impacto abarca la totalidad del área de estudio considerada. En el caso del medio social incluye aquellos impactos de cobertura municipal.
MAGNITUD (MAG)		
Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Trata sobre la gravedad de las consecuencias		

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Baja	1	<p>Efectos ambientales y económicos no significativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contaminación térmica (descargas 0,5°C o más por encima de la temperatura del cuerpo receptor y menor a 40°C) Ruido de fondo al que se esté expuesto en forma continua (8 horas, hasta 70 dB) Residuos sólidos no peligrosos almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.
Moderada	2	<p>El efecto no compromete los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (menos de 100 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> Descargas con parámetros de DBO5 (Demanda Bioquímica de oxígeno) mayores a 250 mg/l y/o SST (Sólidos en Suspensión Totales) mayores a 200 mg/l. Ruido de fondo al que se esté expuesto hasta por cuatro horas entre 70 y 80 dB). Residuos Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.
Media	3	<p>El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (entre 100 y 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> Altos Niveles sonoros (entre 80 y 85 dB con exposición hasta por cuatro horas). Calentamiento Global o Agotamiento de la capa de Ozono por emisión de contaminantes atmosféricos de segundo grado: Anhídrido Carbónico (CO₂), Metano (CH₄), Cloro Fluoro Carbonos (CFCs), Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). Residuos no Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.
Alta	4	<p>El impacto afecta gravemente los recursos naturales, o causa pérdidas económicas significativas (más de 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> Efluentes líquidos conteniendo ácidos o bases altamente concentrados. Altos niveles sonoros: 85 dB con 8 hr de exposición, o aumentando de a 5 dB con la mitad del tiempo de exposición (90 dB: 4 hr; 95 dB: 2 hr, 100 dB: 1 hr, etc.). Gases que pueden causar lluvias ácidas y/o que por su toxicidad, de acuerdo al tiempo de exposición son cancerígenos o pueden causar la muerte (SO₂, NO_x, H₂S, NH₄, Vapores de Plomo, dioxinas y furanos provenientes de procesos de incineración). Cenizas provenientes de incineradores. Residuos Peligrosos (Corrosivos, Reactivos, Explosivos Tóxicos, Inflamables o Patógenos).
DURACIÓN (DUR)		
Corresponde al tiempo de permanencia del impacto		
Fugaz	1	Las manifestaciones tienen duración inferior a un mes.
Temporal	2	Duración entre uno y 12 meses.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Prolongado	3	El impacto dura entre un año y 5 años.
Permanente	4	Las consecuencias permanecen por más de 5 años.
RESILIENCIA (RS)		
Capacidad del medio para asimilar naturalmente un cambio o un impacto generado sin la implementación de medidas de manejo o sin el uso de tecnología.		
Alta	1	El retorno a condiciones originales toma menos de cinco (5) años.
Media	2	Se requieren de cinco a quince años (5 -15).
Baja	3	Se requieren más de quince años (15).
Nula	4	No regresa a sus condiciones naturales sin medidas de manejo.
REVERSIBILIDAD (REV)		
Es una medida del retorno a las condiciones originales, sin el uso de tecnología		
Corto plazo	1	El retorno a condiciones originales toma menos de un (1) año
Mediano plazo	2	Se requieren de uno (1) a cinco (5) años
Largo plazo	4	El retorno a condiciones originales toma más de cinco años
RECUPERABILIDAD (REC)		
Trata sobre la posibilidad de reconstrucción, inducida por el uso de tecnología		
Corto Plazo	1	La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año
Mediano Plazo	2	Entre uno (1) y cinco (5) años
Largo Plazo	3	La recuperación toma más de cinco (5) años
Irrecuperable	4	No hay posibilidades de una recuperación
PERIODICIDAD (P)		
Representa la continuidad o discontinuidad con la cual se presenta el impacto.		
Una sola vez	1	El impacto solo se presenta una sola vez durante el desarrollo del proyecto.
Discontinuo	2	El impacto se manifiesta cíclicamente o intermitentemente durante el desarrollo del proyecto.
Continuo	3	El impacto se presenta constantemente y es permanente durante el desarrollo del proyecto.
TENDENCIA O ACUMULACIÓN (ACU)		
Trata sobre la posibilidad que el impacto se acumule con otros de la misma o diferente categoría, o sobre el mismo o diferente componente del medio		
Simple	1	El impacto actúa por sí sólo. La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año.
Acumulativo	2	El efecto se suma a otros para incrementar el daño.
TIPO DE IMPACTO (TI)		
Relación causa - efecto o la manifestación del efecto sobre un aspecto socio-ambiental como consecuencia de una actividad.		
Indirecto	1	El impacto generado sobre un aspecto socio-ambiental es consecuencia de la interacción con otro aspecto, a su vez afectado por la actividad en ejecución.
Directo	2	El impacto evaluado es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL (IMA)		
El valor asignado a la IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL , corresponde a la sumatoria de las calificaciones asignadas a cada uno de los factores citados en los criterios de evaluación.		
IMA = MAG + EXT + DUR + RS + REV + REC + P + ACU + TI		

Fuente: Adaptada GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

Los valores de **IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL**, se obtienen a partir de las sumas de las calificaciones correspondientes a Extensión, Magnitud, Duración, Resiliencia, Reversibilidad, Recuperabilidad, Periodicidad, Tendencia o Acumulación y Tipo de Impacto.

4.1.2 Calificación del Impacto (Jerarquización de Impactos). El resultado final de la evaluación es la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos, como se presenta en la matriz de calificación RAM para evaluar la clasificación del riesgo ambiental y calificar la importancia del Aspecto Real.

En la **Tabla 37**, se presentan los rangos de calificación de la importancia, donde el mínimo valor de importancia es 9 y el máximo es 31, por lo tanto se utilizará la siguiente tabla de equivalencia para evaluar en la matriz de significancia:

Tabla 37. Rangos de calificación de la importancia del impacto ambiental.

CLASIFICACION	ESCALA	SIGNIFICADO
Esporádico	1	Ocasional
Baja	2	Poco frecuente
Media	3	Frecuente
Alta	4	Muy frecuente

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

4.1.3 Estimación de la Significancia de los Impactos. La SIGNIFICANCIA del impacto está dada por el resultado de multiplicar la importancia por la probabilidad de ocurrencia.

$$\text{SIG} = (\text{IMA}) * \text{PRO}$$

Con los valores obtenidos en la calificación de la importancia del impacto ambiental, el resultado de cada impacto cruzado con la probabilidad, dará la evaluación final de cada impacto ambiental. Esta calificación permite establecer las categorías de significancia según la escala de valores presentada en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Categorías de significancia según la escala de valores.

ESCALA DE SIGNIFICANCIA (SIG)	SIGNIFICADO	INTERPRETACIÓN
16-20	Muy Significativo	El aspecto ambiental es muy significativo. Exige atención prioritaria, inmediata.
11-15	Significativo	El aspecto ambiental se considera significativo. Exige la implementación de medidas de manejo específicas de carácter preventivo y correctivo.
6-10	Medianamente Significativo	El aspecto ambiental se considera medianamente significativo, por lo cual debe mantenerse en observación y seguimiento mediante la aplicación de medidas de mitigación y control.
1-5	No Significativo	El aspecto ambiental no se considera significativo, ya que no representa una amenaza significativa para el medio. Aunque debe tenerse en cuenta las medidas básicas de manejo ambiental.

Fuente: Geocol Consultores S.A. 2011

4.1.4 Resultados estudio de caso A partir de la situación actual de los componentes ambientales del área de influencia, la línea base ambiental y las actividades que se proponen licenciar, se realiza la identificación de los aspectos e impactos ambientales que se podrían ocasionar durante el desarrollo del proyecto.

4.1.4.1 Identificación de Actividades del Proyecto: Descripción resumida de cada una de las actividades relacionadas con las actividades de perforación exploratoria en el Bloque VMM2. En la **Tabla 39** se contemplan las actividades generales la adecuación, a nivel de infraestructura y equipos, de las plataformas multipozos y sus respectivas vías de acceso y la realización de actividades de perforación exploratoria.

Tabla 39. Identificación actividades del proyecto de perforación exploratoria en el Bloque VMM2.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
ETAPA DE GESTIÓN SOCIAL	
Información y Comunicación	Se informará a la comunidad de las veredas Barranca Lebrija, Buturama, El Faro, El Juncal, Puerto Patiño, Esmeralda Baja, Guaduas, La Cascabela, Loma de Corredor, Santa Inés, Santa Lucía, Villa de San Andrés (municipio de Aguachica), Buenavista, Cruce de Patiño, El Silencio (municipio de Río de Oro), Puerto Mosquito (municipio de Gamarra) y la vereda Cuatro Bocas (municipio de Puerto Wilches) por el posible vertimiento directo a realizar sobre el río Lebrija, y sobre las actividades que involucra el desarrollo de la perforación exploratoria, las implicaciones ambientales y el Plan de Manejo Ambiental a implementar para contrarrestar impactos negativos al medio.
Contratación de Personal	Se establecerá comunicación con las personas asistentes a las reuniones informativas que tengan que ver con la contratación de personal en la zona (líderes o representantes de la comunidad) a quienes se les informará sobre la cantidad y tipo de personal requerido, qué actividades desarrollarán, condiciones y requisitos mínimos que debe llenar cada aspirante, salarios a devengar, tiempo que será contratado, etc.
Ejecución plan de inversión social	Se ejecutará el plan de inversión social que consta de diversas actividades como la capacitación de la comunidad en temas ambientales, procesos productivos, mejoramiento infraestructura social, entre otros.
ETAPA DE CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES CIVILES	
Vías de acceso (Construcción, adecuación y mantenimiento) y plataformas (construcción y adecuación)	Las vías de acceso al Bloque son medianamente desarrolladas y carreteables, algunas transitables y otras en mal estado, debido a las lluvias, que enlodan el camino y hacen dificultoso transitarlas. Será necesario intervenir aquellas vías que en época de invierno se inundan con facilidad y no permitirían el tráfico de vehículos debido a enterramientos de los mismos, por lo tanto se debe realizar el mejoramiento o reconfirmación de las vías existentes y la construcción de nuevos tramos, una vez adecuados los accesos, su mantenimiento se debe realizar apropiadamente por parte de la empresa operadora del Bloque de Perforación Exploratoria.
ETAPA DE CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES CIVILES	
Vías de acceso, locación (Construcción, adecuación y	Transporte y uso de materiales de construcción: Tanto la conformación de las localizaciones, como la adecuación y construcción de vías, se realizará en terraplén, para

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
mantenimiento)	<p>lo cual se requerirá de material cantera, también se considera necesario la obtención de material de préstamo de las zonas aledañas. El material que se requiere es básicamente el de afirmado para las vías de acceso y áreas de plataformas, el cual será extraído de una cantera o fuente de material de arrastre cercana a la zona, que cuente con título minero y licencia ambiental.</p> <p>Construcción y Adecuación de las plataformas: El proceso constructivo está determinado básicamente por la adecuación de la localización en lo referente a la adecuación de la explanación de la plataforma del taladro. La localización estará compuesta por una plataforma en donde se ubicará la placa de taladro que debe ser multipozo, área de almacenamiento de combustibles, zona de campamento, piscinas, oficinas y una zona de quemadero.</p> <p>El sitio previsto para la perforación de una plataforma multipozo ocupará un área estimada de 1.5Has. Para el acondicionamiento de las plataformas es necesario efectuar la explanación del terreno, retirar suelo orgánico, el cual puede ser acordonado a un lado de la localización con el fin de aprovecharlo posteriormente para el recubrimiento de taludes, posteriormente se colocará una capa de afirmado del orden de 20 cm de espesor.</p>
Montaje de Equipo de Perforación e Instalación Facilidades de las Plataformas de Perforación	<p>Se realizará el montaje e instalación de las siguientes facilidades: Campamentos (containers), equipo de perforación (sistema de potencia, torre, sistema de transmisión y malacate, sistema rotario, sistema de Circulación de fluidos y sistema de válvulas, preventoras, equipo para desvío de pozo, entre otros); otras facilidades de apoyo como planta eléctrica, sistemas de almacenamiento de combustibles, y agua, sistema de captación de agua, plantas de tratamiento de agua, redes de energía, saneamiento básico, entre otros.</p>
ETAPA DE PERFORACIÓN Y PRUEBAS DE PRODUCCIÓN	
Preparación y manejo de lodos de perforación	<p>Se dispondrá de un sistema de lodos, en el cual se utilizará una mezcla de químicos, según programa establecido e incluye el ajuste de sus propiedades geológicas para volver a ser circulado. Se utilizan aditivos químicos que proporcionan densidad, viscosidad y demás propiedades necesarias para el desempeño de la perforación.</p>
Funcionamiento del campamento	<p>Para las labores de perforación de un pozo, se estima que el personal necesario es de aproximadamente 52 personas entre profesionales, técnicos y obreros distribuidos en turnos. La mano de obra calificada y el personal de Staff, serán alojados en el campamento de la respectiva locación (39), mientras que la mano de obra no calificada (13) provendrá de la región y se alojarán en sus respectivas viviendas, ubicadas en el área de influencia del proyecto.</p> <p>El agua de escorrentía se drenará hacia las cunetas perimetrales mediante un bombeo del 1% y se recogerá por los drenajes del área del campamento de personal.</p> <p>La zona donde se ubicará el campamento de personal, cuenta con la disposición de casino, dormitorios, oficinas, baños, sala de televisión, entre otros.</p>
Manejo de cortes de perforación	<p>Se dispondrá de un equipo de control de sólidos para la separación de cortes y recuperación de lodo para ser reutilizado en el proceso.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
Operación de Equipo de Perforación	El pozo se perfora por etapas, para lo cual se van utilizando brocas y tubería de perforación; al tiempo que se perfora, por entre la tubería y la broca se inyecta el lodo de perforación base agua, el cual tiene entre sus funciones, el de sacar a la superficie el material sólido que va perforando la broca. Para proteger el hueco de derrumbes, filtraciones o cualquier otro problema propio de la perforación, se cementan por secciones los tubos de acero de revestimiento.
Instalación y operación de equipo para las pruebas de producción	Para el pozo, se tiene programado efectuar pruebas de producción "in situ", utilizando para ello separadores, una tea y tanques metálicos para la segregación inicial del crudo.
Construcción de la línea de flujo	La línea de flujo preferiblemente seguirá el trazado de las vías del proyecto, siendo construidas en la medida de las posibilidades de forma paralela a ellas. Hasta llegar a la Estación más cercana; sin embargo no se descartan otras alternativas de trazado. Los métodos constructivos para la línea de flujo serán los convencionales, donde la tubería se traslada al sitio de instalación desde los diferentes frentes de trabajo, para ser tendida y posteriormente roscada o soldada.
ETAPA DE DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO	
Retiro de Estructura de Taladro e Instalaciones	Una vez terminadas las operaciones de perforación en cada locación, completamiento y pruebas del pozo se procede a la desmovilización de equipos. Se iniciará con el desarme y retiro de los equipos y tuberías de perforación, equipos auxiliares como el del control de sólidos, bombas de lodos, bodegas, campamentos o contenedores de oficinas y talleres. Se continuará con el lavado de zonas duras, principalmente donde se localizan los equipos y el taladro. Los residuos de lavado se conducirán a la zona de tratamiento antes de que sea restaurado el terreno o retirados los tanques. Se llevará a cabo la demolición de placas de concreto habilitando el área para otros usos diferentes al del área de actividad petrolera. Lugares como el <i>cellar</i> deberán ser cubiertos con tierra. Se hará una limpieza total del área afectada dejándola libre de residuos de tipo doméstico e industrial con el manejo indicado en numerales anteriores.
Clausura sistemas de tratamiento	Post-tratamiento y manejo de instalaciones sanitarias El post-tratamiento y manejo de instalaciones sanitarias se llevará a cabo mediante labores de limpieza, demolición, aplicación de material químico para el tratamiento del agua, material orgánico y abonos. Las estructuras en tierra, cemento o concreto, tales como cunetas, trampas de grasa y skimmer se desmantelarán y demolerán. Los residuos orgánicos acumulados en ellas se podrán mezclar con el material de clausura y relleno de las piscinas de cortes. Tratamiento Final de Piscinas El proceso de cierre de piscinas involucra el tratamiento del agua y de los sólidos sedimentados que se llevará a cabo mediante el empleo de material químico (sustancias floculantes, coagulantes y estabilizadoras) para el tratamiento del agua, y para el tratamiento de la fase sólida, se empleará material orgánico y abonos. La recuperación morfológica final

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
	del área consistirá en el tapado y cierre de piscinas mediante rellenos manuales y revegetalización.
Restauración Ambiental del Entorno	La restauración ambiental del entorno se llevará a cabo mediante labores de limpieza, sistemas de siembra y empradización, utilización de material orgánico y abonos.
Liquidación del Personal Contratado	A medida que se van finalizando todas las actividades, se va realizando la liquidación y cancelación de los contratos establecidos con los obreros. Todas las liquidaciones estarán de acuerdo a los contratos, con el fin de evitar que se presente inconformismo en el personal que laboró en el proyecto.

Fuente: Geocol Consultores S.A. 2011

4.1.4.2 Determinación de Recursos Naturales Requeridos. Se identifican las necesidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos por las actividades de perforación exploratoria a desarrollarse en el Bloque VMM2 (aguas superficiales, aguas subterráneas, vertimiento, material de cantera, aprovechamiento forestal, emisiones atmosféricas, entre otros).

4.1.4.3 Identificación de Necesidades Energéticas. Relación de insumos energéticos necesarios para las actividades de perforación exploratoria a desarrollarse en el Bloque VMM2 (combustibles, fuentes de aprovisionamiento, energía, entre otros).

El funcionamiento de los equipos a usar se hará a partir de motores de combustión interna (Diesel) y de energía eléctrica, la energía eléctrica será suministrada por dos (2) generadores en la plataforma de operaciones, y uno (1) en el área del campamento.

4.1.4.4 Inventario de Residuos Generados por la Actividad. Relación de tipo de residuos generados por las actividades a desarrollarse en el Bloque VMM2 (residuos domésticos, industriales, especiales, entre otros) que puedan ser causantes de impactos negativos en el medio. En la **Tabla 40** se presenta el inventario de los posibles residuos que serán generados por las actividades a

desarrollarse en el Bloque VMM2, y se clasifican de acuerdo con su origen y características.

Tabla 40. Tipos de residuos que se generan durante la perforación exploratoria

TIPO	ACTIVIDAD INDUSTRIAL	ACTIVIDAD DOMÉSTICA
SÓLIDO	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes de perforación • Residuos del trabajo con herramientas, maquinaria y equipo • Baterías • Empaques de químicos (sacos, canecas y bolsas) • Partes metálicas y chatarra • Guantes, trapos, estopa, tela oleofílica • Madera, estibas 	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de comida • Latas de comida preempacada • Papel • Cartón • Envases plásticos o de vidrio
LÍQUIDO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales de perforación • Aguas del lavado de equipos y maquinaria • Aguas lluvias (pueden ser naturales o limpias y aceitosas) • Restos de materiales químicos empleados para tratamientos • Residuos de lubricantes, aceites usados, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua residual del aseo • Agua procedente del aseo personal (duchas y lavamanos) • Aguas negras
GASEOSO	<ul style="list-style-type: none"> • Gases producto de la combustión de los motores • Gases generados en las pruebas del pozo, los cuales son quemados 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones sin mayor impacto ambiental

Fuente: VETRA EXPLORACION Y PRODUCCION COLOMBIA

4.1.4.5 Identificación de Accidentes Tecnológicos o Incidentes de Contaminación. Descripción de un panorama de riesgos asociado a las actividades de perforación exploratoria a desarrollarse en el Bloque VMM2. A continuación en la **Tabla 41**, se presentan los posibles escenarios con las amenazas presentes en cada uno de ellos.

Tabla 41. Posibles escenarios con amenazas.

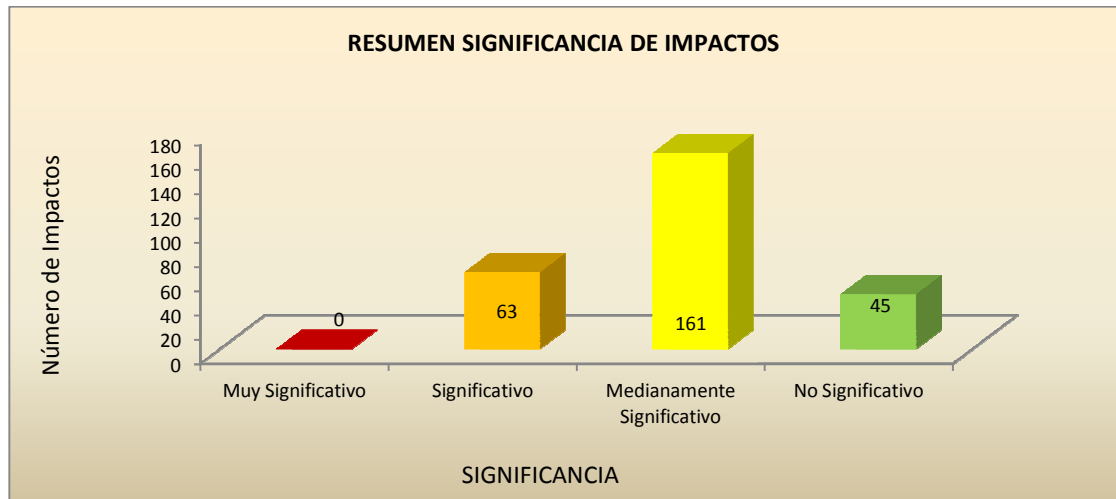
LOCALIZACIÓN	AMENAZAS								
	ENDOGENAS					EXÓGENAS			
	INCENDIO	EXPLOSIÓN	DERRAME DE CRUDO	ESCAPE DE GAS	INCIDENTES Y ACCIDENTES	SISMOS	INCENDIOS EN EPOCAS DE SEQUIA	PROBLEMAS DE ORDEN PUBLICO	INUNDACIÓN
DURANTE LA CONSTRUCCIÓN									
Construcción de zona de biorremediación, ZODME's y sistemas de tratamiento de aguas residuales.					AC-1		SE-1		AG-1
Instalación de redes eléctricas.	IN-1					SI-1		OP-1	
Construcción y/o adecuación de plataformas multipozos	IN-2				AC-2	SI-2		OP-2	
Construcción y/o adecuación de vías de acceso							SE-2	OP-3	AG-2
Construcción y/o adecuación de facilidades tempranas de producción.	IN-3				AC-3	SI-3			
Tendido de líneas de flujo						SI-4	SE-3	OP-4	AG-3
DURANTE LA PERFORACIÓN Y OPERACIÓN									
Perforación y actividades de workover y reacondicionamiento de pozos	IN-4	EX-1	CR-1	EG-1	AC-4	SI-5			
Transporte de crudo en carrotanque	IN-5	EX-2	CR-2			SI-6		OP-5	AG-4
Realización de Pruebas de producción y Operación de facilidades y pozos.	IN-6	EX-3	CR-3	EG-2		SI-7			
Operación de líneas de flujo	IN-7	EX-4	CR-4			SI-8	SE-4	OP-6	AG-5
Transporte de sustancias no inflamables (agua)					AC-5			OP-7	
Transporte de materiales sobrantes de excavación					AC-6			OP-8	
Operación de zona de biorremediación y los ZODME's	IN-8					SI-9			

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

4.1.4.6 Análisis de la Valoración de la Significancia de Aspectos e Impactos Ambientales. De acuerdo con la evaluación ambiental para el Bloque VMM 2 se consideraron un total de sesenta y tres (63) impactos significativos, ciento sesenta y nueve (169) impactos medianamente significativos, y cuarenta y cinco (45) impactos no significativos (Figura 1), de los cuales cien (100) corresponden al componente social, ciento cuarenta y siete (147) al componente abiótico y treinta (30) al componente biótico. Con base en lo anterior, se tiene que el desarrollo de

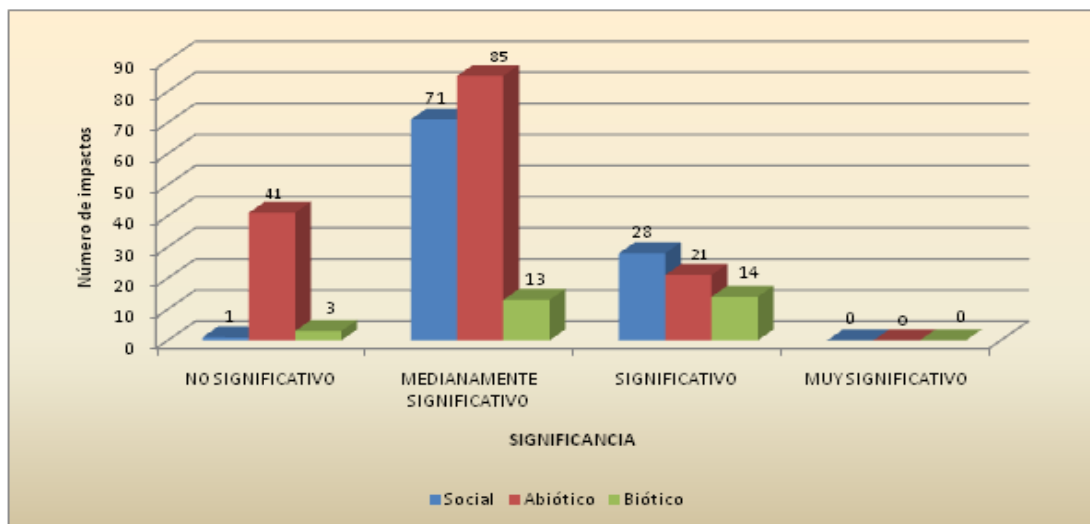
la perforación exploratoria en el Bloque VMM2 es medianamente significativa según los impactos socioambientales que se podrían generar por el desarrollo de la actividad

Figura 5. Escala de Significancia de Impactos Ambientales para el Bloque VMM2



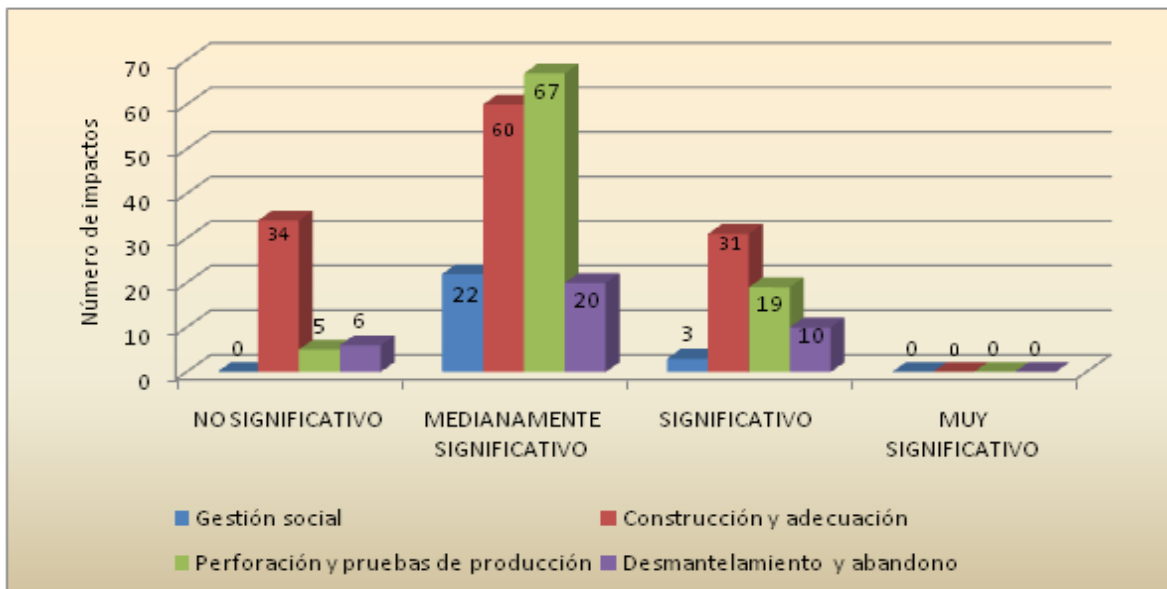
Fuente: Geocol Consultores S.A

Figura 6. Significancia de los Impactos por Componente.



Fuente: Geocol Consultores S.A

Figura 7. Significancia de los Impactos Ambientales generados por las Actividades de Perforación en el Bloque VMM2.



Fuente: Geocol Consultores S.A

4.2 ZONIFICACIÓN

La zonificación, se define como el proceso mediante el cual se sectoriza un área compleja, en áreas relativamente homogéneas, caracterizadas a partir de factores abióticos (físicos), bióticos (fauna y flora) y socioeconómicos y evaluados en cuanto a su potencial de uso sostenible y restricciones ambientales. Por lo tanto, la zonificación se constituye como un instrumento para plantear la ocupación racional de los espacios, redireccionando las actividades no compatibles con la oferta ambiental del área de estudio. La zonificación aborda dos secciones principalmente, donde, la primera trata de los aspectos relacionados con la zonificación ambiental y la segunda, tiene que ver con la zonificación de manejo de la actividad, la cual se obtiene como resultado de la integración de los grados de sensibilidad de los componentes ambientales que hacen parte del área de estudio.

La zonificación ambiental es el producto de la descripción y caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, a través de la cual se realiza una síntesis del diagnóstico y una visión global de las condiciones de los ecosistemas y recursos naturales que se encuentran allí. Esta zonificación consiste básicamente en la superposición de mapas temáticos, obtenidos de la caracterización ambiental, analizando por separado cada componente para posteriormente realizar la categorización y priorización de aquellos factores que determinan la sensibilidad de un lugar. Esta zonificación determina el grado de sensibilidad ambiental que presenta cada uno de los ecosistemas del área frente a los impactos que se generan con la realización de las diferentes actividades requeridas para la exploración de hidrocarburos.

La zonificación de manejo de la actividad se realiza para el ordenamiento y planificación durante el desarrollo de actividades mediante la implementación de las medidas de manejo acordes a la clasificación obtenida; a partir de la descripción y la zonificación ambiental teniendo en cuenta los grados de vulnerabilidad y de importancia socio-ambiental, así como la evaluación de impactos realizada.

4.2.1 Zonificación ambiental. Se propone la realización de la zonificación ambiental a partir del documento zonificación ambiental de áreas de interés petrolero de ECOPETROL S.A., la cual se ajusta de acuerdo con las características del área de estudio definidas en la línea base y las observaciones de campo. Esta metodología secuencial se basa en la valoración y ponderación de la sensibilidad ambiental de los elementos que conforman los componentes abióticos, bióticos y sociales del área de estudio. A partir de lo anterior se determinan los elementos que servirán como indicadores de las condiciones actuales y se definieron los criterios de zonificación.

- Determinación de elementos relevantes dentro de cada componente.

- Definición de criterios técnicos y atributos básicos para la zonificación.
- Agrupación y georreferenciación de atributos, entendiéndose por atributos las unidades definidas en los diferentes componentes ambientales.
- Superposición de la información usando SIG, donde se utiliza cruce y superposición de los diferentes mapas temáticos.
- Obtención de mapas de zonificación intermedios en cada uno de los componentes ambientales analizados (abiótico, biótico y social).
- Superposición de mapas intermedios para obtener la zonificación ambiental final del área del proyecto, donde se determina el grado de sensibilidad de cada lugar o sitio comprendido dentro del área de estudio.

A partir de la información consignada en la línea base, descripción del proyecto, evaluación ambiental, uso y aprovechamiento de los recursos naturales y la revisión cartográfica se procede a zonificar los ecosistemas comprendidos al interior del área de estudio. A continuación se presenta la metodología para la zonificación ambiental para cada uno de los componentes.

4.2.1.1 Zonificación abiótica. La zonificación ambiental para el medio abiótico busca integrar espacialmente cuatro (4) variables consideradas de mayor importancia, las cuales son: estabilidad general del terreno, susceptibilidad a erosión, grado de pendiente del terreno e hidrogeología. Dichas variables se pueden materializar a partir de la caracterización de los aspectos geológicos, geomorfológicos, pendientes del terreno y de la caracterización hidrogeológica, específicas de la región en estudio.

a. **Estabilidad General del terreno.** Para la calificación de la variable estabilidad se establecen cuatro (4) rangos o categorías, cuyas características se describen a continuación:

- Estabilidad baja (9): Considerados en ello a los terrenos compuestos por depósitos de ladera asociados a procesos de remoción.
- Estabilidad baja a media (6): Dentro de esta categoría es posible considerar las laderas erosionales, escarpes rocosos y lomerío de origen estructural, con pendientes altas a moderadas y estabilidad media a baja.
- Estabilidad media a alta (3): Es posible considerar como zonas de estabilidad alta a media, las planicies de origen aluvial con pendientes bajas y alta estabilidad, así como colinas y superficies denudadas de origen denudativo, con pendientes moderadas y estabilidad media.
- Estabilidad Muy Alta (1): Terrenos muy estables, asociados a planicies con pendiente plana.

b. **Susceptibilidad a la Erosión.** Para calificar esta variable se establecen cuatro (4) rangos, a saber:

- Severa susceptibilidad a la erosión (9): corresponde a suelos altamente susceptibles a procesos avanzados de erosión avanzada, como surcos y cárcavas.
- Moderada susceptibilidad a la erosión (6): corresponde a suelos susceptibles a procesos de erosión superficial como erosión laminar, y en menor proporción, erosión en surcos.
- Leve susceptibilidad a la erosión (3): corresponde a suelos poco susceptibles a procesos de erosión superficial y concentrada.
- Muy baja susceptibilidad a la erosión (1): terrenos con pendientes suaves, provistos de buena cobertura vegetal sin riesgo de erosión.

c. **Hidrogeología.** Con fundamento en las características hidrogeológicas de los diferentes cuerpos de roca que afloran en una determinada región, junto con aquellas que son dadas por la permeabilidad de las unidades litológicas identificadas, son las que determinan el grado de abastecimiento o alimentación

de los acuíferos, en directa concordancia o interacción con el comportamiento superficial del flujo de agua proveniente del ciclo hidrológico. Considerando las anteriores variables se pueden diferenciar tres (3) tipos de zonas, las cuales pueden ser definidas o descritas de manera más detallada según sea el nivel de información con que se cuente y las particularidades geológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio. Las categorías consideradas se describen de la siguiente manera:

- Zonas de Mayor Interés hidrogeológico (8). Corresponden a regiones de alta permeabilidad, ya sea primaria o secundaria, que alimentan formaciones geológicas de alta productividad, con capacidades específicas superiores a 1.1 lps/m, conformando acuíferos de gran importancia. Por su alto potencial hidrogeológico ya que son zonas de recarga hídrica, se debe tener un manejo especial.
- Zonas de Moderado Interés hidrogeológico (4). Son regiones de moderada permeabilidad, ya sea por porosidad primaria o secundaria, que en función de los excesos del ciclo hidrológico y por efecto de la infiltración se convierten en escorrentía subsuperficial o en su defecto alimentan acuíferos de mediana productividad, con capacidad específica entre 0.1 y 1.1 lps/m.
- Zonas de Bajo Interés hidrogeológico (2). Se encuentran en áreas de baja o nula permeabilidad, sin posibilidad de infiltrar o alimentar acuíferos, donde el agua fluye superficialmente, consideradas sin ninguna utilidad para el aprovechamiento de aguas subterráneas y actúan como zonas de escorrentía.

d. **Grado de Pendiente del terreno.** Para esta variable se han considerado cuatro (4) categorías o rangos de pendiente, los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

- Muy Alta (8): corresponde a aquellos terrenos con pendiente superior a los 45°.
- Alta (6): corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 30° - 45°

- Moderada (4): corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 15°- 30°.
 - Baja y muy baja (2): corresponde a terrenos cuya pendiente es menor a los 15°.
- Superposición y obtención de mapas intermedios para la obtención de la sensibilidad ambiental del medio abiótico. A partir de la integración de las variables de Estabilidad general del terreno, Susceptibilidad a la erosión, hidrogeología y pendientes se genera el mapa de sensibilidad física, cuya valoración de las diferentes categorías se resumen a continuación:

Tabla 42. Valoración de las variables utilizadas en la zonificación física

ZONIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD GEOTÉCNICA (MAPA 1)		
Zonas de baja estabilidad		9
Zonas de baja a media estabilidad		6
Zonas de media a alta estabilidad		3
Zonas de muy alta estabilidad		1
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN (MAPA 2)		
Zonas con severa susceptibilidad a la erosión		9
Zonas con moderada susceptibilidad a la erosión		6
Zonas con leve susceptibilidad a la erosión		3
Zonas con nula susceptibilidad a la erosión		1
ZONIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN HIDROGEOLÓGICA (MAPA 3)		
Zonas de Mayor Interés hidrogeológico	- Acuífero regional poroso libre (Q)	8
Zonas de Moderado Interés hidrogeológico	- Acuífero regional poroso libre (Q) - Acuífero regional confinado	4
Zonas de bajo Interés hidrogeológico	- Capas semipermeables con niveles permeables - Zonas de escorrentía y recarga - Capas impermeables	2
ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PENDIENTE DEL TERRENO (MAPA 4)		
Zonas de muy alta pendiente		8
Zonas de alta pendiente		6
Zonas de moderada pendiente		4
Zonas de baja y muy baja pendiente		2

Fuente: Geocol Consultores S.A

Al superponer finalmente las dieciséis (16) posibles zonas antes obtenidas debidamente calificadas y georeferenciadas en el respectivo mapa, se obtiene el

Mapa de Zonificación Física, el cual permite establecer espacialmente las características de estabilidad, susceptibilidad a la erosión, grado de pendiente del terreno y disposición hidrogeológica de un área de interés determinada.

Otro aspecto de gran importancia es que la información obtenida de la zonificación puede ser actualizada, el procedimiento involucra la actualización de las variables que se incluyeron en el modelo y un reprocesamiento, utilizando los cruces propuestos en el modelo.

4.2.1.2 Zonificación del medio biótico. El tipo de cobertura vegetal predominante en una región particular refleja en gran medida las características y los procesos sucedidos en una determinada área por la interacción climática, geológica, geomorfológica y de disponibilidad de agua, conformando una unidad ecológica (o ecosistema) bien sea esta de tipo zonal o azonal. El resultado de dicha interacción puede verse plasmada en la información contenida en los mapas de cobertura vegetal y usos del suelo que normalmente se incluyen dentro de la caracterización biótica del área. La clasificación de la cobertura que se tendrá en cuenta según la estructura básica de la vegetación se presenta en la **Tabla 43**.

Tabla 43. Sistema de clasificación de la vegetación según su estructura básica

CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN GENERAL	
BOSQUES	Bosque Primario Intervenido	33	Vegetación dominada por especies arbóreas con alturas mayores a los 6 metros. El dosel es continuo (bosque denso).
	Bosque secundario	25	Vegetación dominada por especies arbóreas con alturas mayores a los 6 metros. El dosel puede ser continuo (bosque denso) o discontinuo (bosque abierto)
RASTROJOS	Rastrojo alto	18	Vegetación con clara dominancia de especies de porte arbustivo, con alturas comprendidas entre 6 y 2 metros de abundante ramificación en la base.
	Rastrojo bajo	13	Vegetación arbustiva con altura inferior a los 2 metros, con amplia dominancia de especies pioneras o invasoras.

CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN GENERAL	
CULTIVOS	Plantaciones	20	Plantaciones de especies forestales, o frutales perennes, nativos o foráneos que conforman rodales en cualquier estado de desarrollo.
	Agrícolas	15	Plantaciones o cultivos temporales anuales, semestrales o con periodos de desarrollo inferior a un año.
PASTOS	Nativos-mixtos	10	Vegetación dominada por vegetación baja compuesta por herbáceas y gramíneas. A veces con árboles y arbustos en forma dispersa.
	Mejorados	5	Gramíneas sembradas para la producción pecuaria.
SUELOS DESNUDOS		1	Áreas desprovistas de vegetación, como arenales, unidades de roca expuesta, etc.

Fuente: Geocol Consultores S.A

Del procedimiento propuesto para hacer una zonificación biótica se obtendría un mapa en el que se integran los aspectos más importantes de los ecosistemas de una región determinada. No se involucran aspectos de los ecosistemas acuáticos, los cuales deben ser manejados de manera especial, siendo en sí mismos unidades bien sea de exclusión o de uso restringido.

4.2.1.3 Zonificación del medio social. La zonificación socioeconómica del área de estudio deberá representar los grados de sensibilidad o importancia social que manifiesta cada sector, preferiblemente zonificada de acuerdo a la división política administrativa de cada municipio, a nivel veredal.

Mapificar la expresión territorial de los diferentes procesos sociales estudiados como son: las actividades económicas, la calidad de vida, la diversidad de organizaciones comunitarias, los ámbitos de participación de las mismas y la tenencia de la tierra, busca que la cartografía exprese los resultados del análisis, interpretación y evaluación de los ítems considerados por el modelo de zonificación social.

Para la zonificación correspondiente se han de tener en cuenta las siguientes variables y valoraciones:

- a. **Actividad Económica.** Teniendo en cuenta las unidades definidas en el mapa de cobertura vegetal y usos del suelo se han de relacionar las diferentes actividades económicas que se desarrollan en cada sector o vereda del área de estudio.

Tabla 44 Ejemplo de actividades económicas a partir de la cobertura

GRADO DE USO	COBERTURA / DEDICACIÓN	P.	DESCRIPCION
ZONAS DE USO INTENSIVO	Zonas urbanas	9	Áreas de mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda o a la producción industrial. De igual forma las zonas de cultivos de uso intensivo del suelo, incluyendo los cultivos agroforestales.
	Zonas agrícolas / agroforestales	6	
ZONAS DE USO SEMINTENSIVO	Actividad pecuaria	4	Áreas dedicadas a la ganadería extensiva.
ZONAS DE BAJO USO	Bosques	3	Áreas en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado.
	Rastrojos	2	
	Z. desnudas	1	

Fuente: Geocol Consultores S.A

- b. **Calidad de Vida.** Con base en la información de servicios se calcula un índice ponderado de calidad de vida de éstas y centros poblados. El índice ponderado se ubica de acuerdo a su distribución en los mapas veredales o de organización político administrativa del área y se expresaría en los siguientes niveles de Calidad de Vida:

- **Bajo (1):** Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria son ponderados en un índice de calidad de vida que refiere coberturas inferiores al 50%.
- **Medio (4):** Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria son

ponderados en un índice de calidad de vida que refiere coberturas entre el 50 % y el 80%.

- Alto (8): Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria son ponderados en un índice de calidad de vida que refiere coberturas superiores al 80%.

c. **Organización Comunitaria y Ámbitos de Participación.** A partir de una mirada centrada en la unidad territorial de los aspectos sociales, la vereda en el área rural y los centros poblados, se realiza una ponderación de cada vereda, de acuerdo con las organizaciones comunitarias que tiene y sus ámbitos de participación, a partir de la cual se obtiene un índice que permite verificar la diversidad de organizaciones comunitarias y los ámbitos de participación alcanzadas por estas mismas.

La diversidad de las organizaciones comunitarias permite verificar en un área de estudio del campo la presencia de: Juntas de Acción Comunal (como la tradicional y principal forma de organización comunitaria tanto en el sector rural como en el sector urbano), otras organizaciones de la comunidad veredal o Barrial, asociaciones de organizaciones comunitarias, desarrollo comunitario, gestión ambiental, desarrollo municipal y/o regional.

A partir de la valoración de estos ítems, se revisa la situación de la unidad territorial de análisis de los aspectos sociales, es decir la vereda o centro poblado, para calificar con un punto la presencia de cada tipo de organización, ejerciendo participación en cada uno de los ámbitos definidos.

Una vez obtenidas las sumas totales se clasifican así las unidades que se pueden obtener, definiendo el Índice de Diversidad de Organizaciones y Ámbitos de Participación Comunitaria:

- Bajo (1): Describe la unidad donde no existen o son escasas las organizaciones comunitarias y ejercen presencia en uno o máximo dos ámbitos de participación. Calificación 1.
- Medio (4): Describe la unidad donde se encuentran dos o más organizaciones comunitarias que ejercen participación en por lo menos dos de los ámbitos definidos. Calificación 4.
- Alto (8): Describe la unidad donde hay amplia diversidad de organizaciones sociales, incluyendo las que representan asociaciones de estas, y que se involucran o ejercen participación en los tres ámbitos de participación definidos. Calificación 8.

d. **d) Tenencia de la tierra.** Considerando la distribución o tenencia de la tierra se tienen las siguientes categorías:

- Latifundio (1).- Propiedades cuyo tamaño dominante es superior a las 100 ha.
- Mediana propiedad (4).- Propiedades cuyo tamaño dominante oscila entre las 20-100 ha.
- Minifundio (8).- Propiedades cuyo tamaño dominante es inferior a las 20 Ha.

Tabla 45. Calificación de variables del medio socioeconómico

GRADO DE USO	COBERTURA / DEDICACIÓN	P.	DESCRIPCIÓN
ZONAS DE USO INTENSIVO	Zonas urbanas Zonas agrícolas / agroforestales	9 6	Áreas de mayor concentración poblacional, dedicadas a la vivienda o a la producción industrial. Igualmente zonas de cultivos de uso intensivo, incluye agroforestales.
ZONAS DE USO SEMINTENSIVO	Actividad pecuaria	4	Áreas dedicadas a la ganadería extensiva.
ZONAS DE BAJO USO	Bosques Rastrojos Z. desnudas	3 2 1	Áreas+ en las cuales no se obtiene beneficio económico directo significativo o que no están articuladas directamente al mercado.
CALIDAD DE	CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN

GRADO DE USO	COBERTURA / DEDICACIÓN	P.	DESCRIPCIÓN
VIDA	BAJO	1	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria poseen coberturas inferiores al 50%.
	MEDIO	4	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria poseen coberturas entre el 50 % y el 80%.
	ALTO	8	Los servicios domiciliarios de acueducto, manejo de excretas, energía eléctrica y gas; más el acceso a telefonía y educación primaria poseen coberturas superiores al 80%.
ORGANIZACIÓN COMUNITARIA	CALIFICACIÓN		DESCRIPCION
	BAJO	1	Unidad donde no existen o son escasas las organizaciones comunitarias y ejercen presencia en uno o dos ámbitos de participación.
	MEDIO	4	Unidad donde se encuentran dos o más organizaciones comunitarias que ejercen participación en por lo menos dos de los ámbitos.
	ALTO	8	Unidad donde hay diversidad de organizaciones sociales, incluyendo las que representan asociaciones y que se involucran o ejercen participación en los tres ámbitos
TENENCIA DE LA TIERRA	CALIFICACIÓN		DESCRIPCION
	LATIFUNDIO	1	Propiedades cuyo tamaño dominante es superior 100 ha.
	MEDIANA PROPIEDAD	4	Propiedades tamaño dominante oscila entre 20-100 ha
	MINIFUNDIO	8	Propiedades cuyo tamaño dominante es inferior a 20 Ha.

Fuente: Geocol Consultores S.A

4.2.2 Calificaciones de elementos especiales. Dado que en el territorio nacional se encuentran áreas que por sus características físicas, bióticas o sociales son únicas o han sido declaradas o consideradas como áreas de preservación y conservación, ya sea mediante actos administrativos o por entes particulares o privados, se hace necesario plasmar dicha condición en los mapas de sensibilidad ambiental de manera precisa y clara.

Dadas las anteriores circunstancias se han de clasificar en tres (3) tipos de áreas de acuerdo al grado de restricción que presenta cada tipo de área, predefiniendo el grado de sensibilidad en el sitio en el que se encuentre. Es así como las **ÁREAS DE RESTRICCIÓN LEGAL**, dispararán toda la calificación por encima de

los 81 puntos, es decir con **SENSIBILIDAD MUY ALTA**, Áreas de **IMPORTANCIA AMBIENTAL**, definirán la sensibilidad ambiental entre los 60-80 punto, la cual corresponde a **SENSIBILIDAD ALTA**, tal como se describen a continuación y la **INFRAESTRUCTURA DE IMPORTANCIA SOCIAL**, consideradas aquellos elementos que presentan incompatibilidad con el proyecto o que por su función o utilidad son importantes para la comunidad:

➤ RL = Restricción Legal.- (**SENSIBILIDAD MUY ALTA**) Consideradas todas aquellas áreas que restringen o excluyen de manera tajante, la utilización de áreas en el desarrollo de proyectos petroleros. Para tal efecto se tendrán en cuenta entre otras las siguientes:

- Sistema de Parques Nacionales Naturales (46 suman 9 millones de Ha.),
- Reservas Forestales Protectoras (46 suman cerca de 340.000 Ha.)
- Área natural única
- Santuarios de Fauna y Flora
- Áreas Amortiguadoras de parques nacionales debidamente reglamentadas
- Nacimientos de agua
- Cuerpos de agua (Ciénagas, ríos, quebradas, lagos, lagunas).

➤ RA = Restricción Ambiental.- (**SENSIBILIDAD ALTA**) Consideradas aquellas áreas que cuentan con limitantes ambientales y o legales, pero que no son definitivamente excluyentes para la realización de un proyecto, obra o actividad sino que mediante concertación, consulta o adecuado manejo pueden ser utilizados para la ejecución de los proyectos. Dentro de este tipo de terrenos se tienen los siguientes:

- Reservas de la Sociedad Civil (203 suman alrededor de 15.000 Ha.).
- Áreas Forestales Protectoras-Productoras (4 suman 1.800.000 Ha.),
- Áreas Forestales Productoras

- Distritos de Manejo Integrado (7 suman cerca de 2.800.000 Ha.)
- Distritos de Conservación de Suelos (1 con 300.000 Ha.).
- Áreas de protección declaradas por los municipios y departamentos (aprox. 500.000 Ha.).
- Bosques de ribera
- Áreas aferentes a cuerpos de agua
- Áreas de interés arqueológico
- Resguardos indígenas
- Consejos comunitarios de poblaciones afro-colombianas
- Áreas cuyo uso el POT/EOT defina expresamente la prohibición del desarrollo de actividades industriales.

➤ IIS= Infraestructura de Importancia Social – (SENSIBILIDAD ALTA)
 Considerados aquellos elementos, obras y proyectos que presentan incompatibilidad con el proyecto, pero que no son definitivamente excluyentes para la realización de la actividad si no que mediante concertación o adecuado manejo pueden ser utilizados para la ejecución del proyecto.

4.2.3 Superposición y homologación de los resultados obtenidos, en los criterios y variables físicas, bióticas y sociales en la definición de la sensibilidad ambiental de las áreas. Para finalizar, la superposición de las diferentes unidades homogéneas tanto en aspectos físicos, bióticos y sociales, serán analizadas y agrupadas según los criterios, categorías y calificaciones anteriormente expuestas, para con esto finalmente definir posibilidad de uso y restricción, según la actividad o proyecto a ejecutar (tipo de intervención). Teniendo en cuenta dichas variables, la sensibilidad ambiental del proyecto estará definida por la siguiente expresión:

$$S = \int \{(\sum F, B, S)\} \quad (1)$$

Donde:

F= Variables del medio físico, materializadas en la estabilidad general del terreno (Es), Susceptibilidad a la erosión (Er), hidrogeología (H) y grado de pendiente del terreno (Pd).

$$F = \sum \{Es, Er, H, Pd\} \quad (2)$$

Nota: Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

B= Variables del medio Biótico, materializadas en la calificación destinada a cada sitio, con base en la cobertura vegetal identificada en el levantamiento de la línea base del área de estudio. Para la categorización mínima a tener en cuenta se considerarán las siguientes comunidades vegetales: Bosques (Bo), Rastrojos (Ra), Cultivos (Cu), pastos (P) y Áreas desnudas o desprovistas de cobertura vegetal (D)

$$B = \{Bo; Ra; Cu; P; D\} \quad (3)$$

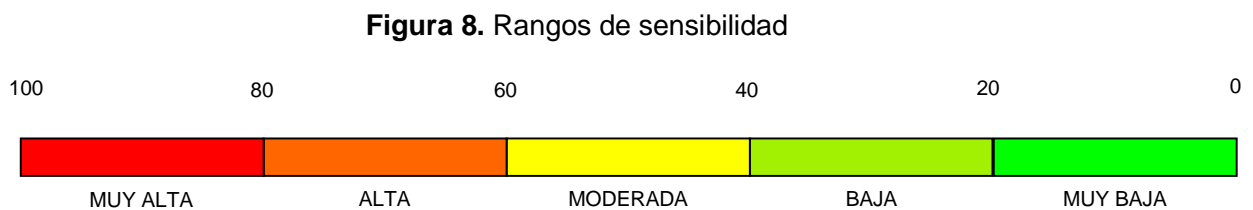
Nota: Las variables consideradas son excluyentes, es decir que donde es clasificado como Bosques (Bo) no puede ser considerado al mismo tiempo otro tipo de comunidad vegetal.

S= Variables del medio socioeconómico, materializadas en la calificación definida para los aspectos de actividad económica (Ae), calidad de vida (Cv), organización y ámbitos de participación (Oc) y tenencia de la tierra (Tt).

$$S = \sum \{Ae, Cv, Oc, Tt\} \quad (4)$$

Nota: Las variables consideradas son acumulativas, dado que pueden darse simultáneamente en un mismo sitio o lugar.

- **Rangos de variabilidad:** Teniendo en cuenta la ecuación (1), las variables Física (F), Biótica (B) y Social se encontrarán enmarcadas dentro de los rangos de 10 a 100 puntos, los cuales definirán la sensibilidad básica de las áreas comprendidas dentro de la zona de estudio en las categorías que se establecen de muy baja a muy alta (
-
- **Figura 8).**



4.2.3.1 Zonificación de manejo de la actividad. La zonificación de Manejo Ambiental es una resultante de la interrelación de la Zonificación Ambiental (oferta ambiental del área), con la evaluación ambiental de las actividades a desarrollar en el área de exploración sísmica. En estas condiciones, esta zonificación debe tener en cuenta los grados de sensibilidad de cada uno de los ecosistemas frente al grado de intervención o afectación que serán objeto por parte del proyecto. Como resultado de dicha interacción se han de establecer, áreas de exclusión, áreas susceptibles de intervención y las áreas de intervención con restricciones, especificando en dicha zonificación el tipo de restricción existente. A continuación se definen las características de las mencionadas áreas:

- Áreas de exclusión. Consideradas a todas aquellas que presenten una susceptibilidad MUY ALTA (mayor a 81 puntos).
- Áreas de intervención con restricciones. Consideradas aquellos sitios que requieren de un manejo ambiental especial a fin de poder desarrollar de una manera adecuada el proyecto. Para efectos de la presente clasificación se considerarán aquellas áreas cuya sensibilidad ambiental sea catalogada ALTA (calificada entre 61 y 80).
- Áreas susceptibles de intervención. Definida como todas aquellas que presentan una calificación total de sensibilidad ambiental, inferior a los 60 puntos y se encuentre dentro de las categorías de MODERADA, BAJA Y MUY BAJA.

Tabla 46. Zonificación de manejo de la actividad

RANGO	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	ZONIFICACIÓN DE MANEJO
80-100	Muy Alta	Exclusión
60-79	Alta	Intervención con restricción
40-59	Moderada	Susceptibles de Intervención
20-39	Baja	
0-19	Muy Baja	

Fuente: Geocol Consultores S.A

NOTA: Es necesario que el consultor presente un análisis explicativo de las restricciones o exclusiones establecidas, considerando los conflictos, la vulnerabilidad de derechos adquiridos, la alteración de la relación del uso y aprovechamiento de los recursos naturales, etc. Lo anterior con el fin de exponer los causales que determinarán las medidas de control y manejo ambiental que deberán tenerse en cuenta durante la ejecución el proyecto, de tal manera que no exista posibilidad alguna de discrecionalidad o libres interpretaciones.

4.2.3.2 Resultados estudio de caso

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el proyecto de perforación exploratoria VMM2

4.2.3.2.1 Zonificación abiótica. De la integración de las variables de Zonificación Geotécnica, Susceptibilidad a la erosión, hidrogeología y pendientes se genera el mapa de sensibilidad física, cuya valoración de las diferentes categorías se resumen en la **Tabla 47**.

Tabla 47. Valoración de las variables utilizadas en la zonificación física del Bloque VMM2

ZONIFICACION FISICA	
ZONIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TERRENO	
Zonas de estabilidad media a alta	3
Zonas de estabilidad baja a media	6
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	
Zonas de moderada susceptibilidad a la erosión	6
Zonas de leve susceptibilidad a la erosión	3
ZONIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN HIDROGEOLÓGICA	
Zonas de mayor interés hidrogeológico	8
Zonas de moderado interés hidrogeológico	4
ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PENDIENTE DEL TERRENO	
Zonas de pendiente baja a muy baja	1
Zonas de pendiente moderada	3
Zonas de pendiente Alta	6
Nota: Unidades identificadas en el área de influencia del Bloque de Perforación Exploratoria VMM2.	

Fuente: ECOPETROL-VEP, 2003. Guía Metodológica para la Zonificación Ambiental de Áreas de Interés Exploratorio, adaptado por GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010.

Al superponer finalmente las nueve (9) posibles zonas antes obtenidas, debidamente calificadas y georeferenciadas en el respectivo mapa, se obtiene el Mapa de Zonificación abiótica, el cual permite establecer espacialmente las características de estabilidad, susceptibilidad a la erosión, grado de pendiente del terreno y disposición hidrogeológica de un área de interés determinada.

Otro aspecto de gran importancia, es que la información obtenida de la zonificación puede ser actualizada, el procedimiento involucra la actualización de las variables que se incluyeron en el modelo y un reprocesamiento, utilizando los cruces propuestos en el modelo.

En la **Tabla 48** se presentan los rangos de calificación de la sensibilidad ambiental para la zonificación física, con base en la sumatoria de las calificaciones de las cuatro (4) variables.

De la sumatoria de las cuatro (4) variables mencionadas se obtuvo la zonificación física del área presentada en la **Tabla 48** y la Figura 6. 2 Zonificación del Medio Abiótico.

Tabla 48. Zonificación abiótica del área de interés VMM2

ZONIFICACIÓN ABIÓTICA (SENSIBILIDAD AMBIENTAL)	RANGO	Área (ha)	% área
Muy Alta	28 - 34	0	0
Alta	22 - 27	392,98	1,40
Moderada	14 - 21	26789,81	95,39
Baja	7 - 13	903,09	3,22
Muy baja	0 - 6	0	0

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

La sensibilidad alta para la zonificación física se presenta en un área pequeña, en el sector nororiental del área a licenciar, justificado por la confluencia de las más altas calificaciones para los cuatro parámetros: las pendientes más altas del área (colinas de piedemonte), la unidad de mayor interés hidrogeológico, la susceptibilidad a la erosión general (moderada) y la estabilidad baja para dicho sector.

En cuanto a la sensibilidad moderada, se presenta en la mayor parte del área a licenciar y se debe a la presencia de la unidad de moderado interés

hidrogeológico, las pendientes bajas a muy bajas, la estabilidad media a alta y la susceptibilidad moderada, que es generalizada. Esta categoría corresponde de manera general a los abanicos coalescentes (conos de deyección y explayamiento, vallecitos de piedemonte y flujos de escombros).

La sensibilidad baja está relacionada con las cubetas de decantación, localizadas en el sector occidental del área de estudio, como causa de las más bajas pendientes, la leve susceptibilidad a la erosión, la unidad de moderado interés hidrogeológico y la media a alta estabilidad.

4.2.3.2.2 Zonificación biótica. La zonificación del componente biótico permite identificar procesos ecológicos y condiciones especiales de la región, para orientar actividades de manejo y la toma de decisiones en cuanto a la intervención durante la realización de las obras de proyecto de perforación exploratoria. Las unidades de cobertura vegetal y de uso actual del suelo trabajadas en la zonificación corresponden a: bosques (19.02%), territorios agrícolas (76.05%), superficies de agua (4.85%) y zona urbana (0.044%).

La zonificación biótica indica la importancia ambiental de cada una de las unidades de cobertura vegetal y la fauna presentes en el área. En la **Tabla 49** se presenta la valoración y la localización de las coberturas identificadas para el bloque VMM2.

Tabla 49. Valoración de las Unidades de Cobertura Vegetal para la Zonificación Biótica.

UNIDAD DE COBERTURA	VALOR	LOCALIZACIÓN GENERAL
Bosque Ripario	33	Esta cobertura se localiza en las zonas adyacentes a las corrientes de agua que drenan el bloque como las Quebradas Santa Inés, Peralonso y Buturama, arroyo Hormiguero y los caños Guabina y Guaduas.
Bosque abierto inundable	33	Esta cobertura se encuentra en franjas alrededor de la Ciénaga Doña María (Corregimiento Puerto Patiño).
Vegetación en transición	25	Esta cobertura se localiza en las veredas Buturama y el Faro.
Plantación forestal	20	Al interior del bloque se halla una plantación de Teca (<i>Tectona grandis</i>) localizada en la vereda Guaduas.

UNIDAD DE COBERTURA	VALOR	LOCALIZACIÓN GENERAL
Herbazal denso arbolado	13	Se encuentra ubicado en inmediaciones a coberturas boscosas y a zonas de sucesión vegetal.
Cuerpos de agua	33	Corresponden a los cuerpos lóticos como: la quebrada Peralonso y el arroyo Hormiguero y los cuerpos lenticos, como las ciénagas Doña María (localizada en Puerto Patiño) y la Musanda (Barranca Lebrija) y la Laguna El Indio (Vereda Buturama) y los lagos en la Vereda Buturama y Guaduas.
Cultivo permanente	20	Corresponde a los cultivos permanentes arbóreos de Palma africana de aceite (<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>), en cercanías a Puerto Patiño, al Cruce el Patiño y a Madrigalito.
Cultivo transitorio	15	Hace referencia a los cultivos de Algodón, que se encuentran en el extremo noroeste del bloque en jurisdicción de los municipios de Gamarra (Puerto Mosquito) y Aguachica (Vereda Guaduas).
Cultivos agroforestales	15	Son los territorios ocupados con sistemas silvopastoriles de pasto y Teca (<i>Tectona grandis</i>) en la vereda el Juncal.
Pastos limpios	5	Esta cobertura se localiza en las veredas Barranca Lebrija, Santa Lucia y el Juncal.
Pastos enmalezados	5	Esta categoría está conformada por la asociación de pastos y malezas; la especie dominante es arruina rico (<i>Melochia lupulina</i>); está cobertura se observa en las veredas Juncal y Esmeralda baja.
Pastos arbolados	10	Se localizan en las veredas el Juncal, Santa Lucia y Barranca Lebrija.
Mosaico de pastos con espacios naturales	18	Esta cobertura está constituida por la combinación de pastos y espacios naturales, se localizan en inmediaciones Buturama.
Mosaico pastos cultivos	15	Estos se localizan en sitios con cercanías a viviendas o caseríos, donde se desarrollan cultivos de pastos, maíz, yuca y plátano. Este se localiza en la vereda Esmeralda Baja.
Territorio urbano	33	En el área de estudio se localizan los centros poblados del corregimiento de Puerto Patiño (hacia la parte sur oeste del Bloque) y de la Estación Buturama (sector noroeste del Bloque) y algunos Caseríos como la Esmeralda y Cuesta Rica (localizados en la parte norte del Bloque).

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

Teniendo en cuenta la valoración de las coberturas vegetales identificadas para el Bloque VMM2, se establecieron los porcentajes y las zonas para cada categoría de sensibilidad, desde el punto de vista de la cobertura vegetal y fauna, las cuales se muestran la **Tabla 50**.

Tabla 50. Zonificación del Medio Biótico.

ZONIFICACIÓN BIÓTICA (SENSIBILIDAD AMBIENTAL)	RANGO	Área (ha)	% área
Muy Alta	28 - 33	3815,55	13,59
Alta	22 - 27	1642,43	5,85
Moderada	14 - 21	7315,53	26,05
Baja	7 - 13	11539,48	41,09
Muy baja	0 - 6	3772,89	13,43

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

A continuación se describe cada categoría de sensibilidad, de acuerdo a las características definidas dentro del Bloque VMM2.

Muy Baja: representa el 13.44% del bloque VMM2 (3774.94 Ha) y corresponde a las zonas con coberturas de pastos enmalezados, naturales y manejados para rotación de potreros con especies como el *Paspalum* sp., *Tachypogon* sp., *Axonopus* sp. y *Andropogon* sp.

Baja: corresponde a zonas de cobertura clasificada como pastos arbolados con presencia de árboles como el Mataratón (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Cañaguatate (*Tabebuia ochracea*) y Gallinero (*Pithecellobium dulce*); cubre un área de 11559.85 equivalente al 41.16% del área total del bloque.

En esta zona es común encontrar la garza del ganado (*Bobulcus ibis*) y la pigua (*Milvago chimachima*), que son abundantes y de amplio rango de distribución a lo largo de todo el país. Los impactos de las actividades relacionadas con el proyecto de perforación exploratoria no tendrán repercusiones graves sobre las poblaciones de estas especies.

En cuanto a mamíferos, el estudio arrojó que las especies más comunes de encontrar en estas zonas son los murciélagos. El vampiro o chupasangre (*Desmodus rotundus*), es común y es considerado plaga, no solo por su número poblacional, sino por el daño que le hace al ganado y a las gallinas.

Moderada: Esta cobertura es el 26.06% (7318.31 Ha) del bloque y corresponde a zonas con presencia de cultivos como Algodón y Palma, las coberturas de

mosaicos como pastos/cultivos, pastos/espacios naturales y las zonas con herbazales.

En estas zonas se encuentran especies florísticas como Vara de corral (*Ealegia* sp.), Guacharaco (*Cupania americana*), Resbalamono (*Bursera simaruba*), Limoncillo (*Swinglia glutinosa* Murray), Gusanero (*Astronium graveolens*), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Dormidera (*Mimosa púdica*), Escobilla (*Sida* sp.), Pega pega (*Desmodium tortuosum*), Mastranzo (*Mentha suaveolens*), Braquiaria (*Brachiaria Decumbens*), Elefante (*Pennisetum purpureum*), Anglenton (*Dychanthium Aristatum*), Gramalote (*Paspalum Dilatum*), Pangola (*Digitaria Decumbens*) y Maralfalfa (*Pennisetum* sp.).

En las zonas de rastrojo, por su baja densidad de vegetación de porte arbóreo y su baja diversidad (no ofrece las mismas condiciones de refugio, alimentación y hábitat que los bosques), hace que sea difícil encontrar especies especialistas. De acuerdo con lo anterior, especies de murciélagos como *Sturnira lilium* y *Carollia perspicillata*, son comunes de encontrar, ya que son especies resistentes que toleran los cambios en el ambiente, utilizando bosques, ambientes transformados, vegetación riparia, vegetación secundaria y árboles o arbustos aislados en pastizales y se alimentan de plantas de los géneros *Piper*, *Cecropia* y *Solanum*, que se caracterizan por estar presentes en las primeras etapas de sucesión vegetativa.

Alta: corresponde a las zonas con presencia de vegetación en transición, se localiza en 1643.29 Ha y representa el 5.85% del área total del bloque. Las especies más abundantes de esta cobertura son: Trébol (*Tabebuia rosea*), Carbonero (*Albizzia carbonaria*), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Polvillo (*Tabebuia crisantha*) y Gusanero (*Astronium graveolens*).

Muy Alta: Esta unidad cubre un 13.49% del total del área del bloque (3789.50 Ha). Corresponde a zonas urbanas, cuerpos de agua (lenticos y loticos), bosque

natural y bosque ripario asociado a las márgenes de los cuerpos de agua superficial (considerados como ecosistemas sensibles y/o áreas naturales protegidas).

El bosque ripario corresponde a un ecosistema de alta complejidad estructural por la diversidad florística y la estratificación vertical que tienen, en él se identifican especies catalogadas En Peligro (EN) como el Caracolí y Casi Amenazado (NT) como el Perhúetano, también ofrece servicios ambientales para las especies faunísticas, protección al suelo de procesos erosivos, regulación de recarga hídrica, debido a esto se le asigna un alto grado de sensibilidad y prioridad de conservación.

Dentro de la cobertura de bosques encontramos especies como el Caracolí (*Anacardium excelsum*), Vara Santa (*Triplaris americana*), Moro (*Maclura tintórea*), Aceituno (*Vitex* sp.), Anon de monte (*Anona* sp.), Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), Manteco (*Perea arborea*), Peruetano (*Parinarium pachyphyllum*) y Resbalamono (*Bursera simaruba*).

En referencia a los bosques inundables, las especies vegetales propias de esta cobertura son: Buchegallina (*Coccoloba uvifera*), Guacharaco (*Cupania americana*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Aceituno (*Vitex* sp.), Cedrón (*Slonea* sp.) y Guacamayo (*Abarema jupumba*).

Desde el punto de vista de la fauna, los bosques riparios son descritos como importantes corredores biológicos y albergue de un gran número de especies. Estos bosques actúan como un espacio que permite la movilidad y el establecimiento de especies como el mono aullador (*Alouatta seniculus*), ya que actúan como sitio de refugio (mayor densidad de vegetación), reproducción, conectividad entre diferentes hábitats y alimentación (diversidad de especies

vegetales y de insectos - recursos alimenticios primarios- soportando todos los niveles de la cadena trófica).

De acuerdo a información del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (2006), *Alouatta seniculus* es el primate de más amplia distribución en Colombia. Su distribución original abarca todo el país, a excepción de la costa del Pacífico, el desierto de la península de la Guajira y el suroccidente de los Andes (Nariño). Sin embargo, en la actualidad, debido a la fragmentación y disminución de zonas boscosas en el país, esta especie se encuentra confinada a relictos de bosque.

Otra especie importante cuya distribución está centrada a los bosques es el tigrillo (*Leopardus pardalis*). En el Bloque VMM2, se reporta por encuesta a los pobladores de la zona, la presencia de este animal asociada a la cobertura boscosa, en la cual encuentra disponibilidad de alimentos (pequeños y medianos mamíferos, aves, anfibios y reptiles) y hábitat. La supervivencia de este felino está amenazada por la pérdida de habita y presas silvestres, principalmente causada por agricultura y ganadería, lo que lo ha llevado a estar en el apéndice I de CITES (2010).

En la avifauna, el bosque es hábitat de especies como el gavilán (*Buteo nitidus*), halcón (*Ictinia plumbea*), loro (*Amazona ocrocephala*) y guacamaya (*Ara severa*), las cuales se encuentran amenazadas y categorizadas en el apéndice II de CITES (2010).

Los bosques inundables que se encuentran alrededor de la Ciénaga Doña María, se consideran de alta sensibilidad debido a que son áreas de anidación, refugio y alimentación de aves acuáticas residentes y migratorias, corredores de movimiento y hábitat de mamíferos y reptiles y albergue de muchos anfibios. En estas zonas se encontraron grupos de monos cotudos (*Alouatta seniculus*),

especie cuya distribución se encuentra confinada a relictos de bosques, pato yuyo (*Phalacrocorax brasilianus*) que es una especie que se encuentra ligada al ecosistema de la ciénaga, ya que su ecología y biología indica que su alimentación está basada en peces pequeños, renacuajos, ranas e insectos acuáticos. Por otro lado, tenemos a la iguana (Iguana iguana), que se encuentra en el apéndice II de CITES (2010) y la galápagos (*Podocnemis lewyana*), la cual se encuentra en estado crítico según los libro rojo de reptiles de Colombia y la IUCN (2010).

En cuanto al los anfibios, cabe mencionar que los cuerpos de agua y los territorios adyacentes, son los hábitat por excelencia de estos individuos. Razón por la cual, es importante la conservación de estas zonas, ya que los anfibios son muy sensibles a los cambios ambientales, haciéndolos vulnerables ante cualquier eventualidad. Cambios poblacionales en este grupo, trae implicaciones a lo largo de toda la cadena trófica, ya que por un lado, sirven como control de plagas (evitan que los estados poblacionales de los insectos aumenten causando problemas en los humanos y en los cultivos) y a su vez, son la base alimenticia del los consumidores secundarios y terciarios.

Teniendo en cuenta lo anterior, los bosques, tanto los riparios como los inundables, son calificados con una alta sensibilidad, debido a que alberga especies, ya sea que no se encuentra bajo ninguna categoría de amenaza o que están bajo clasificación CITES (2010), su distribución es cada vez más limitada y se confina a relictos de bosques.

4.2.3.3 Zonificación del socio-económico y cultural. La zonificación del componente socioeconómico del área determinada para el Bloque del Valle del Magdalena Medio – 2 VMM2, representa los grados de sensibilidad o importancia social que manifiesta cada sector, de acuerdo con la división política administrativa

de la zona. La zonificación socioeconómica tiene que ver principalmente con la parte demográfica, económica, cultural y organizativa de la población.

Con la determinación de los niveles de sensibilidad Ambiental de los anteriores parámetros referenciados se busca establecer las características socioeconómicas respectivas, con el claro objetivo de poder determinar no solo la forma como se pueden afectar las condiciones sociales o la vocación económica de las comunidades del área de influencia directa del proyecto, sino poder establecer la forma como se pueden prevenir, mitigar o compensar cada uno de estos impactos.

Para la correspondiente zonificación de este medio, se incorporan los diferentes procesos sociales estudiados como son: las actividades económicas, la calidad de vida, la diversidad de organizaciones comunitarias, los ámbitos de participación de las mismas y la tenencia de la tierra, que busca que la cartografía exprese los resultados del análisis, interpretación y evaluación de los ítems considerados por el modelo de zonificación social.

De acuerdo a los resultados obtenidos para cada uno de los puntos tomados para el análisis de la zonificación ambiental del medio socioeconómico se presentan los resultados finales tal como se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 51. Zonificación del medio socioeconómico y cultural

ZONIFICACIÓN SOCIOECONOMICA Y CULTURAL (SENSIBILIDAD AMBIENTAL)	RANGO	Área (ha)	% área
Muy Alta	28 - 33	2608,83	9,29
Alta	22 - 27	1546,86	5,51
Moderada	14 - 21	19618,44	59,85
Baja	7 - 13	4311,74	15,35
Muy baja	0 - 6	0	0

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

De acuerdo con la caracterización ambiental (línea base) las zonas de Uso semi – intensivo, presentan una preponderancia de la utilización del suelo para actividades pecuarias a nivel extensivo, aunque también son relevantes las actividades agroindustriales, agrícolas de autoconsumo y de pesca artesanal; a pesar de hay alguno centros poblados importantes, no es relevante su importancia debido a sus carencias en la dinámica productiva regional.

Respecto a la cobertura de calidad de servicios públicos y sociales es extremadamente baja ya que es nulo el manejo de aguas residuales y manejo de excretas. Baja infraestructura social, apenas se destacan las escuelas veredales, apenas 3 colegios Bachillerato con una limitada cobertura, apenas dos puestos de salud, pero en condiciones de alta precariedad; acceso muy limitado al servicio de telefonía y nulo a gas domiciliario

La junta de acción comunal es la organización básica, también existen comités dependientes de las mismas Juntas; a pesar de los graves problemas para estas formas organizativas de base por la reciente violencia sufrida en la zona, de manera estructural, las Juntas asumen el liderazgo de las iniciativas comunitarias locales

A pesar de que se presenta un predominio estadístico a nivel de indicadores de la pequeña propiedad, en razón de la relevancia de la mediana propiedad, en función de las principales actividades económicas en la región, se considera este tipo de clasificación.

4.2.3.4 Calificación de elementos especiales. Dado que en el territorio nacional se encuentran áreas que por sus características físicas, bióticas, sociales o culturales son únicas, imperturbables, estratégicas o han sido declaradas o consideradas como áreas de preservación y conservación ambiental, se hace

necesario plasmar dicha condición en los mapas síntesis de sensibilidad ambiental de una forma directa, determinante y clara.

Dadas las anteriores circunstancias se han de considerar tres (3) tipos de áreas o elementos que conforman el ecosistema de acuerdo al origen y al grado de restricción que generan cada uno, disparando hasta el mapa final de cada componente o al mapa síntesis del estudio, el grado de sensibilidad en el sitio que se encuentre así:

- Áreas con restricción legal (sensibilidad muy alta). En el área de influencia no se encuentran zonas vedadas a la realización de proyectos, puesto que no existen Parques Nacionales Naturales, Santuarios de Flora y Fauna, Áreas naturales únicas, ni Áreas Amortiguadoras de parques nacionales debidamente reglamentadas
- - Áreas con restricción ambiental (sensibilidad alta). En el Bloque VMM2 se encuentran cuerpos de agua y su franja protectora (río, quebradas, caños), bosque de ribera, áreas de interés arqueológico, infraestructura petrolera, zona de mayor interés hidrogeológico, áreas de restricción ambiental definida en los EOT y acuerdos municipales (zonas de rondas de los cuerpos de agua, zona de riesgo y amenaza natural)
- - Infraestructura de Importancia Social. En cuanto la infraestructura social y económica existente en el área de influencia del Bloque VMM2, esta fue tomada en cuenta en la zonificación ambiental como criterios especiales (asentamientos humanos, estanques piscícolas, jagüeyes, aljibes, pozos profundos, ciénagas, lagunas, centros educativos, iglesias, infraestructura recreativa, vías, pistas de aterrizaje y sitios de interés comunitario). Lo anterior debido a que el área donde se desarrolla el proyecto existen elementos que conforman la infraestructura de la región y que presentan alguna incompatibilidad con el mismo, por lo tanto, se hizo necesario su georreferenciación en el mapa de zonificación Ambiental, y social.

Éstos se calificaron como áreas de MUY ALTA A ALTA SENSIBILIDAD SOCIO-AMBIENTAL con el fin de evitar y no entrar a afectarlos durante la ejecución del proyecto; dentro de estos elementos se encuentran las viviendas, caseríos, línea férrea, ciénagas, lagunas, centros educativos, iglesias, pozos profundos, aljibes, estanques piscícolas y jagüeyes como de muy alta sensibilidad.

Respecto a las vías de acceso y pista de aterrizaje consideradas como criterio especial de la zonificación ambiental se calificaron como de ALTA SENSIBILIDAD ante su inminente intervención para la movilización de personal, maquinaria y equipos durante el desarrollo del proyecto; así como la importancia para el desplazamiento de la comunidad.

De igual forma los cultivos de pancoger, y sitios de interés comunitario se consideran de MODERA A BAJA SENSIBILIDAD debido a que estos elementos presentan unas condiciones ambientales y socioeconómicas que pueden ser destinadas para el desarrollo del proyecto de acuerdo con la implementación de medidas de manejo ambiental acordes a los impactos que genere su intervención y a las negociaciones que se realicen con los propietarios de éstos. Así mismo estos elementos fueron considerados en las zonificaciones intermedias (biótica y social). De acuerdo con lo anterior, a continuación se presenta una síntesis de la calificación asignada para cada uno de los elementos mencionados.

Tabla 52. Calificación de elementos especiales

ELEMENTO	CALIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Asentamientos humanos, centros educativos, viviendas y centros de salud (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Estanques piscícolas (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Jagüeyes (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Aljibes (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Pozos profundos (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Nacederos (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Ciénagas y lagunas (ronda de 100m)	100	MUY ALTA
Línea férrea (ronda de 100m)	100	MUY ALTA

ELEMENTO	CALIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Infraestructura petrolera: Gasoducto, pozos	80	ALTA
Infraestructura vial	80	ALTA
Infraestructura de servicios	80	ALTA
Bosque ripario y bosque abierto inundable	80	ALTA
Cuerpos de agua y su franja de protección de 50m, medidos respecto a la cota máxima de inundación (permanentes, intermitentes, acequias)	80	ALTA
Zona de mayor interés hidrogeológico	80	ALTA
Pista de aterrizaje	80	ALTA
Áreas con potencial arqueológico	80	ALTA

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

➤ **Definición de la sensibilidad ambiental para el Bloque VMM2**

Para realizar la zonificación ambiental del Bloque VMM2 se realizó el cruce de los mapas preliminares de zonificación abiótica biótica y social que permite definir la clasificación y especialización de los rangos de sensibilidad ambiental dentro del área de estudio.

En la

Tabla 53, se presentan todas las posibles interacciones entre las zonificaciones descritas, las cuales al elaborar el respectivo cruce de planos utilizando un sistema de información geográfica, permiten definir cuáles de ellas existen en el Bloque VMM2 y así poder determinar las áreas totales para cada rango de sensibilidad ambiental.

Tabla 53. Zonificación Ambiental Bloque VMM2.

ZONIFICACIÓN SOCIOECONOMICA Y CULTURAL (SENSIBILIDAD AMBIENTAL)	RANGO	Área (ha)	% área
Muy Alta	80 - 100	3309,80	11,78
Alta	60 - 79	9300,82	33,12
Moderada	40 - 59	11463,06	40,81
Baja	20 - 39	4012,20	14,29
Muy baja	0 - 19	0	0

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2010

4.2.3.5 Zonificación de manejo de la actividad. La interrelación de los elementos de la zonificación ambiental en cuanto al grado de sensibilidad de cada uno de los ecosistemas con respecto a las actividades a desarrollar para el Bloque VMM2 se presenta en la Tabla 54.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que el 73,93% (20.763,88ha) del Bloque VMM2 es susceptible de intervención con restricciones, las cuales se relacionan con el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental descritas.

Tabla 54. Zonificación de Manejo de las Actividades de Desarrollo del Bloque VMM2.

CATEGORÍA DE MANEJO DE LA ACTIVIDAD	ÁREA TOTAL		ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCION DE LA CATEGORÍA DE MANEJO
	ÁREA (HAS)	% ÁREA		
Área de exclusión	3309.80	11.78	Asentamientos Humanos, centros educativos, viviendas y centros de salud	La construcción de plataformas, líneas de flujo, líneas eléctricas, pozos inyectores, facilidades en superficie o cualquier infraestructura asociada con la actividad petrolera queda excluida dentro de estos elementos ambientales, guardando un margen de 100 metros a su alrededor.
			Aljibes, jagüeyes, estanques piscícolas, y pozos de agua	
			Línea férrea	
			Nacederos	
			Ciénagas y lagunas	
Intervención con restricción	20763.88	73.93	Bosque ripario y bosque abierto inundable	La construcción de plataformas queda excluida en este elemento dada su sensibilidad ambiental e importancia social. La construcción de líneas de flujo, líneas eléctricas y vías de acceso, deberá realizarse minimizando los cortes de vegetación
			Cuerpos de agua (permanentes, intermitentes, acequias) y su franja protectora de 50m medidos respecto a la cota máxima de inundación	La construcción de plataformas queda excluida en este elemento dada su sensibilidad ambiental e importancia social. La construcción de líneas de flujo, líneas eléctricas y vías de acceso, será realizarse minimizando los cortes de vegetación y el aporte de sedimentos a los cauces, así como evitando la generación de procesos erosivos e inestabilidad de los cauces
Intervención con restricción	20763.88	73.93	Infraestructura vial y pista de aterrizaje	La construcción de plataformas, líneas eléctricas, líneas de flujo y vías de acceso se realizará teniendo en cuenta las medidas de manejo y restricciones ambientales establecidas en el Plan de Manejo.
			Sitios con potencial arqueológico	
			Infraestructura de servicios	
			Zonas de mayor interés hidrogeológico	
			Infraestructura petrolera	

CATEGORÍA DE MANEJO DE LA ACTIVIDAD	ÁREA TOTAL		ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA DE MANEJO
	ÁREA (HAS)	% ÁREA		
			(gasoducto y pozos) Zonas que tienen una moderada a alta sensibilidad ambiental	
Susceptibles de intervención	4012.20	14.29	Zonas que tienen una baja a muy baja sensibilidad ambiental	Se desarrollarán todas las actividades del proyecto de acuerdo con la implementación de medidas de manejo ambiental acordes a los impactos generados.

Fuente: Geocol Consultores S.A., 2011

4.3. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El plan de manejo ambiental corresponde a la formulación de medidas y acciones necesarias para mitigar, compensar, prevenir, controlar y corregir los posibles efectos negativos a causar por el desarrollo de las actividades del proyecto sobre el medio ambiente, partiendo de la evaluación y valoración efectuada del medio respecto a las actividades que se pretenden desarrollar en el área de estudio. es importante que a la hora de definir el plan de manejo ambiental se tenga en cuenta la localización de los sitios donde se ejecutarán las medidas planteadas, el momento de la aplicación, el responsable de la ejecución y supervisión de las medidas y el costo a implementar en el PMA.

4.3.1 Estructura y programa de manejo ambiental. Los planes y programas contemplan acciones y obras que se diseñaron con el propósito de implementarlas en cada uno de los sitios indicados y de acuerdo con el tipo de medida que se pretende implementar. Las estrategias de manejo se presentarán bajo la siguiente estructura.

- **Objetivo.** Señala de manera específica y precisa la finalidad que se pretende desarrollar con la estrategia de manejo ambiental.
- **Meta.** Presentar las metas a alcanzar, indicándose el momento de aplicación de la medida a que corresponden.

- **Etapa.** Hace alusión a la actividad propia del proyecto que genera el impacto en el área.
- **Impacto Ambiental.** Está relacionado con el impacto provocado por las diferentes etapas del proyecto, indicando su tipo, causas, la afectación y el riesgo ambiental implícito de la actividad.
- **Riesgos Ambientales Implícitos en la Actividad.** Es la posibilidad de que se produzca un daño o impacto en los recursos socioambientales debido a las actividades propias del proyecto de perforación exploratoria.
- **Tipo de Medida.** Está relacionado con la acción a tomar para prevenir, proteger, controlar, mitigar, restaurar, recuperar o compensar los impactos generados.
- **Acciones a Desarrollar.** Corresponde a las medidas específicas que se adaptarán para el control y manejo ambiental del impacto.
- **Indicadores.** Establecer indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan verificar la eficacia y eficiencia de la medida.
- **Lugar de Aplicación.** Sitio, área o trayecto donde se aplicará la medida.
- **Responsable de la Ejecución.** Identifica la empresa, entidades u organizaciones y personas que directamente asumirán la ejecución de la medida.
- **Personal Requerido.** Corresponde a las características de formación profesional, capacitación y experiencia requerida para el personal que dirige, desarrolla y controla la ejecución de la medida.
- **Monitoreo y Seguimiento.** Corresponde al establecimiento de los indicadores que mostrarán la eficacia de la medida. Se establece de igual forma la periodicidad del monitoreo.
- **Cronograma de Ejecución.** Indica el tiempo de ejecución de la medida y el momento de aplicación, respecto del cronograma planteado para la estrategia de perforación exploratoria.
- **Cuantificación y Costos.** Establece la unidad de medición, la cantidad, el costo unitario y el costo total.

Partiendo de los términos de referencia, los alcances del proyecto se discriminan cada una de las fichas que componen los diferentes programas de manejo a plantear. A continuación se presenta la estructura del plan de manejo ambiental de acuerdo con los términos de referencia.

Tabla 55. Estructura del plan de manejo ambiental

PROGRAMA		FICHA		
			HI-TER-1-02	ESTUDIO DE CASO
		MEDIO ABIÓTICO		
Manejo del Suelo	1	Manejo y Disposición de Materiales Sobrantes.	X	X
	2	Manejo de Taludes.	X	X
	3	Manejo Paisajístico.	X	X
	4	Manejo de Áreas de Préstamo Lateral.	X	X
	5	Manejo de Materiales de Construcción.	X	X
	6	Manejo de Residuos Líquidos.	X	X
	7	Manejo de Escorrentía.	X	X
	8	Manejo de Residuos Sólidos y Especiales.	X	X
		MEDIO ABIÓTICO		
Manejo del Recurso Hídrico	9	Manejo de Cruces de Cuerpos de Agua.	X	X
	10	Manejo de la Captación.	X	X
Manejo de Recurso Aire	11	Manejo de Fuentes de Emisiones y Ruido.	X	X
Compensación para el Medio Abiótico	12	Proyecto de recuperación de Suelos.	X	X
	13	Proyecto de Compensación asociado al Recurso Hídrico.	X	X
		MEDIO BIÓTICO		
Manejo del Suelo	14	Manejo de Remoción de Cobertura Vegetal y Descapote.	X	X
	15	Manejo de Flora.	X	X
	16	Manejo de Fauna.	X	X
	17	Manejo del Aprovechamiento Forestal.	X	X
Protección y Conservación de Hábitats	18	Programa de Protección y Conservación de Hábitats.	X	X
Revegetalización	19	Programa de Revegetalización.	X	X
Manejo del Recurso Hídrico	20	Programa de Manejo del Recurso Hidrobiológico.	X	X
Conservación de Especies Vegetales y Faunísticas	21	Programa de Conservación de Especies Vegetales y Faunísticas en Peligro Crítico, en Veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del Inventario Nacional o que se cataloguen como Especies No Identificadas.	X	X
Compensación para el Medio Biótico	22	Compensación por Aprovechamiento de la Cobertura Vegetal y por Afectación Paisajística.	X	X

PROGRAMA	FICHA			
	23	Compensación por Fauna y Flora.	X	X
MEDIO SOCIOECONÓMICO				
Manejo Socioeconómico	24	Educación y Capacitación al Personal vinculado al Proyecto.	X	X
	25	Información y Participación Comunitaria.	X	X
	26	Reasentamiento de la Población Afectada.	X	
	27	Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional.	X	X
	28	Capacitación, Educación y Concientización a la Comunidad aledaña al Proyecto.	X	X
	29	Contratación de Mano de Obra Local.	X	X
	30	Arqueología Preventiva.	X	X
Compensación para el Medio Socioeconómico	31	Compensación Social.	X	X

Fuente: Geocol Consultores S.A., 2010

4.3.2 Resultados PMA del estudio de caso. A continuación se presentan las medidas de manejo para los impactos de mayor relevancia a generarse en el proyecto del estudio de caso.

4.3.2.1 Manejo de residuos líquidos

➤ **Aguas residuales domésticas**

Durante la construcción de vías, plataformas, líneas eléctricas y líneas de flujo, será necesaria la instalación de baños portátiles en cada uno de los frentes de obra para el personal de labor, se requerirá 1 unidad portátil por cada 15 personas en el frente de trabajo. El contratista será el encargado de la instalación, mantenimiento y retiro de los baños portátiles.

Fotografía 20. Baño portátil usado en obras civiles.



Fuente: Los Autores

Durante la perforación los residuos líquidos producto de los sanitarios se conducirán a través de tubería de PVC sanitaria a una planta de tratamiento de aguas residuales tipo lodos activados (Red fox), la cual por medio de descomposición aeróbica por aireación continuada remueve gran parte de la carga orgánica presente para su posterior desinfección e integración al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del pozo, cumpliendo con los parámetros del Decreto 1594 de 1984, para luego ser vertidas.

Las aguas grises pasarán por el sistema de tuberías de PVC a una trampa de grasas y posteriormente se integraran al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del pozo, para luego ser vertidas según las alternativas planteadas en este documento.

Se realizará mantenimiento periódico al sistema de tratamiento de aguas residuales asegurando así su adecuado funcionamiento.

Es importante instruir al personal sobre el manejo adecuado del sistema, con el fin de evitar perturbaciones en el mismo.

Se realizarán monitoreos de la planta de tratamiento de aguas negras con el objeto de verificar su eficiencia, antes de realizar vertimiento final, ya sea al suelo o al agua. Se medirán los siguientes parámetros: pH, oxígeno disuelto, sólidos

suspendidos, coliformes totales, coliformes fecales, alcalinidad total, dureza total, conductividad eléctrica, sólidos totales, hierro, cloruros, DQO, DBO, turbiedad, nitratos, sulfatos y fosfatos, tal y como se describe en el capítulo 8. Seguimiento y monitoreo del presente estudio.

Se debe hacer énfasis en el análisis bacteriológico, para lo cual las muestras deberán ser analizadas en un tiempo no mayor a 6 horas, para confiabilidad y certeza de los resultados.

Se realizará un programa de mantenimiento a los sistemas de vertimiento.

Con el fin de verificar el cumplimiento del presente requerimiento en los informes de Cumplimiento Ambiental se realizará un estricto control a las cadenas de custodia de las muestras.

➤ **Aguas residuales industriales**

Corresponden a las aguas asociadas a las actividades de perforación, pruebas de producción, escorrentía de áreas industriales, efluentes generados en laboratorio, talleres, bodegas, aguas aceitosas generadas en labores de reparación y mantenimiento de vehículos y equipos.

Aguas de perforación y pruebas de producción.

Durante la perforación (uso de lodos base agua) se implementará un sistema tradicional de tratamiento de las aguas industriales, compuesto por una unidad dewatering que realizará el proceso de separación de los sólidos y líquidos del lodo de perforación de desecho, y cuya fracción sólida generada se integrará al sistema de tratamiento de cortes, y la fracción líquida se enviará sistema de tratamiento de aguas industriales del pozo (piscinas), donde se realiza en primer

instancia la retención de sólidos y luego la oxidación de los demás contaminantes y chequeo de parámetros (de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984) en tanques australianos.

En caso que se utilice lodos base aceite, los residuos asociados a la actividad se almacenarán en tanques portátiles y se entregarán a empresas que cuenten con los respectivos permisos ambientales para su tratamiento y disposición final.

Respecto a las salmueras generadas en las pruebas, las cuales se caracterizan por contener un alto contenido de sales minerales, una vez terminada la actividad se almacenarán en tanques portátiles para luego ser reutilizadas en otros pozos a perforar.

Para las pruebas de producción, durante la fase de pruebas cortas no se espera la generación de aguas residuales, las aguas residuales de las pruebas extensas que se generen se tratarán de acuerdo con las facilidades que se instalen en las plataformas o según el lugar que corresponda, para disponerla de acuerdo con las alternativas planteadas en este documento.

Los parámetros a monitorear de las aguas de perforación, antes de realizar vertimiento son los siguientes:

In situ: pH, temperatura, caudal, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto.

En laboratorio: cloruros, turbiedad, alcalinidad, hidrocarburos totales, DBO, DQO, dureza total, fenoles, grasas y aceites, sólidos suspendidos y totales, bario, cadmio, cromo, plomo, níquel, hierro, sodio.

En los informes de cumplimiento ambiental se precisará la fecha en que se hicieron los vertimientos y un análisis de los resultados de la caracterización

fisicoquímica, en el marco normativo ambiental vigente (Decreto 1594 de 1984, artículos 40, 41 y 72). El acta de vertimiento deberá ir firmada por el supervisor ambiental del proyecto.

Aguas de esorrentía contaminadas.

Las aguas lluvias contaminadas por el contacto con los equipos de la perforación y en general con las diferentes zonas conformadas en la locación (zonas de equipos y de tanques, sistemas de manejo y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, etc.), se recolectarán en canaletas rectangulares y se conducirán hacia un skimmer sedimentador al interior de la plataforma, desde el cual bombeará y se integrará al sistema de tratamiento de las aguas de perforación.

Fotografía 21. Cunetas internas en el área de la locación.



Fuente: Los Autores

Manejo de Aceites.

Los residuos líquidos aceitosos que se generan en los pozos en etapa de perforación, son los lubricantes quemados del cambio de aceite de los motores, por esto se sugiere a los contratistas que hagan un mantenimiento previo de sus motores, para no generar aceites quemados ni filtros dentro del pozo. En caso de

generarse se deben almacenar adecuadamente en un recipiente hermético o en canecas de 55 galones debidamente protegidos, colocadas sobre estibas y con geomembrana en el piso, para que posteriormente cuando se tenga un volumen suficiente, la contratista de perforación los envíe a un sitio especializado que cuente con viabilidad ambiental en su manejo y disposición final. Los residuos del skimmer se integrarán a este manejo.

Prueba hidrostática de las líneas de flujo

En la realización de las pruebas hidrostáticas de las líneas de flujo no requieran adición de ninguna sustancia ni aditivo. Se utilizará el agua proveniente de los sitios de captación autorizados y una vez terminen las pruebas, serán incorporadas al sistema de tratamiento de cada pozos para ser estabilizadas y posteriormente vertidas según las alternativas planteadas en este documento.

➤ **Vertimientos**

Para el vertimiento del agua residual industrial y doméstica se plantean las siguientes alternativas:

Realizar vertimiento en las vías despavimentadas de acceso a las plataformas y en vías secundarias veredales en épocas de verano previo cumplimiento de todos los estándares exigidos en el Decreto 1594 de 1984.

Realizar vertimiento por aspersión sobre áreas donde las condiciones lo permitan, previo tratamiento y cumpliendo con los parámetros de los artículos 38 y 72 del Decreto 1594 de 1984. Dicho vertimiento estará supeditado al tipo de suelo. La selección se hace con base en la capacidad de infiltración de estos tipos de suelo (determinada mediante pruebas de percolación, y en la sensibilidad ambiental

(predominantemente baja a media), producto de la zonificación ambiental del presente estudio.

Realizar vertimiento a través de la reinyección del agua previamente tratada, en la formación objeto que se pretende explorar.

Realizar vertimiento directo a los cuerpos de agua definidos en el capítulo 4 del presente EIA.

➤ **Reinyección**

Para realizar la reinyección de aguas de formación, se tendrán en cuenta las siguientes medidas de manejo ambiental.

Durante las pruebas de inyektividad:

Se llevará registro de la presión de los durante las pruebas, en caso de una pérdida de presión se suspenderán las pruebas y se hará una revisión de todo el sistema con el fin de determinar la existencia de fugas o daños en la formación.

En caso de presentar arenas asociadas a la formación durante las pruebas de inyección estas serán dispuestas junto a los cortes de perforación.

Para la operación y mantenimiento de los pozos inyectores, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros operativos:

Evaluación de Inyektividad: se debe programar corridas de registro para evaluar las arenas que se encuentran admitiendo y como varía la inyektividad en los diferentes intervalos de la arena receptora.

Pérdida de Inyektividad en el Pozo: si la inyektividad del pozo declina, se debe determinar las causas de la reducción. Estas causas pueden ser por acumulación de hidrocarburos, carbonatos, arcillas, arenas en los perforados. La solución a

este problema es limpiar los perforados mediante inyección de enzimas, bacterias, ácidos u otros. Finalmente evaluar la limpieza con registros PLT y si el daño fue muy grave considerar una alternativa de repunzado en zonas de baja admisión.

Pérdida de Presión en Tuberías: si en las tuberías de inyección del pozo se genera una pérdida de presión se debe a la existencia de una fuga a una determinada profundidad, por ende esta tubería debe ser reemplazada mediante un trabajo de workover

4.3.2.2 Manejo de residuos sólidos

➤ Residuos sólidos domésticos

Residuos Orgánicos: Para el manejo de los residuos sólidos domésticos orgánicos se instalarán canecas o recipientes plásticos en los diferentes lugares en los que se produzcan estos residuos, preferiblemente con tapa, para que se depositen allí (con su respectiva bolsa negra). Los sobrantes de la cocina (etapa de perforación) se entregarán a vecinos de los pozos para alimentación de animales. En el caso que los pobladores no reciban el material biodegradable se llevarán al relleno sanitario de Aguachica u otros que cuenten con licencia ambiental vigente para su disposición final. Se resalta que durante las obras civiles el personal pernochará en el casco urbano más próximo que cuente con la infraestructura para el alojamiento del personal calificado, y la MONC vivirá en sus respectivas viviendas.

Material Reciclable (cartón, papel, vidrio, plástico): Este material se ubicará en canecas de color verde; posteriormente será llevado a las empresas respectivas para realizar la recuperación y reciclaje correspondiente.

Periódicamente los residuos sólidos generados en la locación o en el frente de obra, se recolectarán de las canecas y por separado de acuerdo con su categoría,

para posteriormente ser llevados al sitio de disposición final. Para aquellos residuos que no estén contemplados dentro de la clasificación estándar, el contratista será responsable de su almacenamiento y disposición de acuerdo con lo establecido en las normas legales.

En los ICAS de cada proyecto se presentará el permiso ambiental y el registro de disposición final de los residuos a través de los terceros autorizados, tal es el caso del relleno sanitario.

➤ **Residuos de perforación**

Lodos Base Agua.

- Los sólidos separados del lodo de perforación en el equipo de control de sólidos y dewatering, se recolectarán directamente en los Catch Tank y mediante una retroexcavadora se retirarán y dispondrán adecuadamente en la piscina de cortes.
- Los sedimentos y sobrenadantes de la trampa de grasas y la red fox se podrán integrar a los cortes de perforación
- Una vez terminadas las labores exploratorias de cada pozo, los sólidos acumulados en la piscina se someterán a tratamiento de solidificación y estabilización con tierra y cal, para disponerlos como material de relleno para el cierre de las piscinas y su posterior revegetalización. Se recomienda la mezcla con suelo o cal en una proporción de 2 o 3 veces el total de sólidos generados
- Previo a la disposición final se garantizará la inocuidad de los cortes de perforación, monitoreando y comparando la concentración de algunos elementos con los límites establecidos por la normatividad existente para residuos peligrosos, a través del análisis de lixiviados de acuerdo con el Decreto 4741 de 2005. Así mismo, se tendrá en cuenta que la mezcla corte –

lodo cumpla con los parámetros estipulados por la norma Louisiana 29B, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 56. Parámetros objeto de monitoreo en cortes de perforación.

PARÁMETRO	Nivel máximo (mg/L) Decreto 4741 de 2005 <u>Lixiviado</u>	Louisiana 29B de 1999 <u>Corte</u>
pH	--	6 unidades
Arsénico	5	10 ppm
Bario	100	20.000 ppm
Cadmio	1	10 ppm

Fuente: Geocol Consultores S.A., 2011

- En caso de utilizar lodos con lignosulfonatos, se debe asegurar que sean libres de cromo hexavalente.

Lodos Base Aceite.

Los lodos y cortes provenientes de la implementación de lodos base aceite serán almacenados temporalmente en frac tanks para ser entregados a una empresa contratista para su manejo y disposición final.

- El manejo, transporte y disposición de lodos base aceite lo realizará la empresa contratista seleccionada que cuente con los permisos ambientales vigentes.
- El manejo, transporte y disposición de cortes de perforación provenientes de la implementación de lodos base aceite lo realizará la empresa contratista seleccionada que cuente con los permisos ambientales vigentes.

➤ **Residuos peligrosos**

- Los residuos hospitalarios provenientes del consultorio médico se empacarán en bolsas rojas para su fácil identificación, lo referente a objetos cortopunzantes deberán ir empacados en recipientes plásticos resistentes y cerrados como medida de protección al personal que los manipula.

- Estos residuos serán incinerados cumpliendo con la normatividad ambiental, para lo cual se contará con una empresa contratista que garantice los servicios y cuente con los permisos vigentes.
- En cuanto a los residuos generados por los empaques de productos químicos, principalmente barita y bentonita (insumos principales para la preparación del lodo), se establecerá un acuerdo con el contratista y proveedor del lodo, para que estos empaques sean evacuados por los camiones transportadores de los productos. El transporte y correcta disposición cumpliendo con la normatividad ambiental, se hará por medio de la Compañía Contratista que haya generado los residuos.
- Los residuos industriales como trapos, telas, guantes y estopas contaminados con hidrocarburos, grasas, aceites, combustibles o productos químicos, se recolectarán temporalmente en canecas de 55 galones, para luego ser entregados a una empresa contratista que realice el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, recuperación y disposición final de residuos peligrosos. La empresa contratista seleccionada deberá contar con la licencia ambiental para dichas actividades.

➤ **Otros residuos industriales**

- La chatarra y demás excedentes industriales se producen por salida de funcionamiento de equipos o por desperfectos en las partes de los mismos. Los residuos de soldadura de tipo metálicos pueden considerarse como residuos reciclables (Chatarra). Estos elementos metálicos se colectarán a medida que se vayan produciendo y posteriormente serán almacenados de manera temporal en canecas de 55 galones en una caseta dispuesta al interior de la locación o en un sitio específico del frente de obra. Antes de su almacenamiento se limpiarán para eliminar contaminación química o de hidrocarburos. Al ser material reciclable, la chatarra se a centros de acopio o a

otra empresa que cuente con los respectivos permisos ambientales para realizar el reciclaje de este tipo de material.

- Las baterías, filtros, empaques de productos químicos, elementos metálicos y demás serán almacenados en un lugar seguro, evitando contaminación ambiental, estos residuos son evacuados por las compañías generadoras de los mismos, las cuales serán las directas responsables de su tratamiento y disposición final, cumpliendo con la normatividad ambiental vigente.
- Para aquellos residuos que por su tamaño no se puedan manipular en recipientes, como es el caso de la chatarra se dispondrá de un área adicional cercana a la caseta de almacenamiento de residuos sólidos, para que sean acumulados de forma ordenada.
- Manejo de Materiales radiactivos: Durante las actividades de perforación el uso de fuentes radiactivas se encuentra asociado directamente a la etapa de toma de registros eléctricos para la obtención de datos de interés como la porosidad, el perfilaje y la densidad entre otros de los diferentes estratos del subsuelo. Las fuentes radiactivas por lo general se encuentran incrustadas sobre la sarta en dos agujeros debidamente cubiertos e identificados con la etiqueta de material radiactivo. Para el manejo de estas fuentes se debe tener en cuenta lo siguiente:

El personal de la compañía que ejecuta las labores de toma de registro en la cual utilizan las fuentes neutrónicas, es responsable de la protección de la salud de todo el personal involucrado con la actividad y del que eventualmente pueda estar presente; es por ello que debe ser una empresa idónea para el desarrollo del proceso y comprometida a supervisar personalmente todas las operaciones de manipulación de las fuentes, así como transporte, almacenamiento y embarque de las mismas, de acuerdo con las siguiente acciones:

- Únicamente el personal que ha sido entrenado en la manipulación de las fuentes neutrónicas ejecutará las operaciones relacionadas con ellas, teniendo en cuenta el uso de los elementos de protección adecuados para el desarrollo

de la actividad con base en la legislación colombiana actual vigente (Decreto 2400 de 1979, capítulo V).

- Solamente serán utilizadas herramientas aprobadas.
- Las fuentes neutrónicas serán transportadas exclusivamente en protectores de fuentes (protector biológico) aprobados.
- Las fuentes neutrónicas deben ser almacenadas en un depósito blindado bajo llave (bunker) cuando no sean utilizadas.
- Teniendo en cuenta que las fuentes radiactivas sólo estarán en la etapa de toma de registros, en el área de la plataforma de perforación no se destinará un área específica para el manejo de ellas, ya que serán manejadas directamente por el personal contratista de la actividad.
- Durante el periodo en que se realice la toma de registros la empresa contratista deberá comunicar a todo el personal del pozo los aspectos de seguridad industrial que se deben tener en cuenta para disminuir la exposición a la radiación emitida por la fuente usada.
- En caso de atascamiento y pérdida de la fuente radiactiva: El atascamiento de la fuente radiactiva es un evento de baja probabilidad en la perforación y se ocasiona cuando la sarta se atora en las paredes del pozo quedando la fuente radiactiva atrapada sobre éstas, debido a que cada vez que la perforación es más profunda el área transversal es más estrecha presentándose un mayor rozamiento entre la maquinaria y el suelo aumentando la dificultad para su desplazamiento. En caso de que ocurra el atascamiento, la empresa contratista deberá aislar la fuente usando técnicas de cimentación adecuadas para crear un tapón en la perforación y reiniciar las labores realizando una inclinación de la sarta de un grado, con el fin de evitar el contacto con el área aislada y proseguir con el desarrollo de la actividad. A partir del momento en que la fuente queda atrapada en el subsuelo es considerada como un residuo de la actividad, ya que estará allí hasta su eliminación natural y/o pérdida de su capacidad radiactiva. Una vez finalizada la perforación en la boca del pozo, se colocará una placa con información que incluya el tipo de fuente radiactiva atrapada, profundidad a la

que se encuentra y demás especificaciones que sirvan como referencia para el desarrollo de próximas actividades.

4.4 SEGUIMIENTO Y MONITOREO.

4.4.1 Estructura seguimiento y monitoreo. El Plan de Seguimiento y Monitoreo tiene como objetivo verificar el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental consignadas en cada uno de los programas ambientales establecidos para el desarrollo de la actividad de exploración de hidrocarburos. Además pretende detectar e identificar las modificaciones de tipo ambiental no previstas y poner en acción metodologías de control o corrección necesarias.

La empresa operadora deberá contar con un equipo de profesionales para realizar la Interventoría Ambiental incluidos los aspectos sociales, desde el inicio mismo del proyecto, hasta su completo desarrollo. Su función será precisamente la de establecer un seguimiento y monitoreo detallado del cumplimiento de cada uno de los programas que conforman el Estudio. La interventoría elaborará reportes diarios e informes consolidados para las diferentes actividades del proyecto, con destino al Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible – MADS y la Corporación Autónoma Regional CAR´s. Los interventores serán profesionales con experiencia en el manejo ambiental y social de este tipo de proyectos.

En este programa se describe el conjunto de metodologías y herramientas mediante las cuales se pretende identificar cualquier tipo de impacto, sea positivo o negativo, a que están sometidos los elementos del medio (abiótico, biótico y socioeconómico), a medida que se vayan cumpliendo las diferentes etapas del proyecto, con el fin de tomar las medidas de manejo pertinentes para conservar los ecosistemas presentes en el área de estudio.

En las fichas de seguimiento y monitoreo se tratarán por separado cada uno de los componentes del medio ambiente (abiótico, biótico y socioeconómico) y se establecen los parámetros para el adecuado manejo de estos elementos.

La **Tabla 57**, presenta un resumen de estructura del programa de seguimiento y monitoreo a implementar para el área de estudio.

Tabla 57. Estructura de los Programas de Seguimiento y Monitoreo para el Área de Interés Bloque Exploratorio Valle Medio del Magdalena 2 .

PROGRAMA	FICHA	ELEMENTO	APLICACIÓN	
			SI	NO
SEGUIMIENTO AL MEDIO ABIÓTICO	SM-1	Aguas Residuales y Corrientes Receptoras.	X	
	SM-2	Aguas subterráneas.	X	
	SM-3	Emisiones Atmosféricas, Calidad de Aire y Ruido.	X	
	SM-4	Suelo.	X	
	SM-5	Sistemas de Manejo, Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos.	X	
	SM-6	Programa de Zonas de Préstamo Lateral.	X	
	SM-7	Seguimiento y Monitoreo del Plan de Contingencia y Especificaciones de Transporte de Fluidos en Carrotanques.	X	
	SM-8	1% de Inversión.	X	
SEGUIMIENTO AL MEDIO BIÓTICO	SM-9	Flora y Fauna (Endémica, en Peligro de Extinción o Vulnerable, entre otras).	X	
	SM-10	Humedales o Zonas Húmedas.	X	
	SM-11	Recursos Hidrobiológicos.	X	
	SM-12	Programa de Revegetalización y/o Reforestación.	X	
	SM-13	Manejo de los Impactos Sociales del Proyecto.	X	
SEGUIMIENTO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	SM-14	Efectividad de los Programas del Plan de Gestión Social.	X	
	SM-15	Conflictos Sociales generados durante las diferentes Etapas del Proyecto.	X	
	SM-16	Atención de Inquietudes, Solicitudes o Reclamos de las Comunidades- Participación e Información Oportuna de las Comunidades.	X	
	SM-17	Participación e Información Oportuna a las Comunidades.	X	
	SM-18	Plan de Seguimiento al Programa de Compensación a la Infraestructura Social Afectada.	X	
	SM-19	Seguimiento Programa Arqueológico.	X	

Fuente: Geocol Consultores S.A., 2010

4.4.2 Resultados SM estudio de caso

4.4.2.1 Manejo de residuos líquidos

➤ Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

- En el PMA debe presentarse la metodología de monitoreo, preservación y análisis de muestras para cada uno de los parámetros de interés establecidos.
- Los informes de resultados de aguas industriales y domésticas deberán presentarse dentro de los informes de cumplimiento ambiental que posteriormente serán entregados a las entidades ambientales.
- Se deben llevar registros de los vertimientos, las cuales deben ir firmadas por el interventor ambiental, con el fin de anexarla al informe de cumplimiento ambiental.
- Para establecer la efectividad de las medidas referentes al manejo de residuos líquidos, a continuación se relacionan los elementos básicos en cuanto al desarrollo del programa de monitoreo y seguimiento de los sistemas de tratamiento:

➤ Aguas Residuales Domésticas

- Verificar el correcto funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas.
- Se verificará por parte de la interventoría ambiental que se realicen los análisis físico-químicos y bacteriológicos de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (plantas de tratamientos). Se evaluará la efectividad del tratamiento de aguas residuales, monitoreando los puntos de salida del sistema.
- Se verificará la realización de los monitoreos para el efluente proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, con el fin de establecer su eficiencia de acuerdo con el Decreto 1594/84, art. 38 y 72.

- Se realizará un monitoreo de la planta de tratamiento de aguas negras con el objeto de verificar su eficiencia, antes de realizar vertimiento. Se medirán los siguientes parámetros: pH, turbiedad, grasas y aceites, temperatura, caudal, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales. Se debe hacer énfasis en el análisis bacteriológico, para lo cual las muestras deberán ser analizadas en un tiempo no mayor a 6 horas, para confiabilidad y certeza de los resultados. Con el fin de verificar el cumplimiento del presente requerimiento en los Informes de Cumplimiento Ambiental se realizará la comparación de las fechas de toma de las muestras y en entrega de las mismas a un laboratorio certificado.

Después de cada monitoreo, se realizarán informes indicando los parámetros analizados, resultados obtenidos, recomendaciones y demás aspectos que revistan interés. Se verificará que las unidades sanitarias portátiles se encuentren en excelente estado de funcionamiento. También se verificará que el tanque sanitario de las baterías portátiles sea transportado a un lugar seguro para llevar a cabo la disposición final.

➤ **Aguas Residuales Industriales**

Se evaluará la efectividad del tratamiento de aguas residuales industriales, monitoreando los puntos de entrada y salida del sistema, (excluyendo la entrada por parte de aguas residuales domésticas).

- Previamente al vertimiento de aguas residuales industriales tratadas, deberá monitorear los siguientes parámetros: a) In situ: pH, turbiedad, grasas y aceites, temperatura, caudal, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales. En los Informes de Cumplimiento Ambiental se deberá precisar la fecha en que se hicieron tales vertimientos y un análisis de los resultados de la caracterización físico-química, en el marco de la normatividad ambiental vigente (Decreto 1594 de 1984, artículos 38 y 72). El

acta de vertimiento deberá ir firmada por el supervisor ambiental del proyecto.

- Se deberá contar con los respectivos informes de después de cada monitoreo, precisando la fecha en que se realizaron tales vertimientos y un análisis de los resultados de la caracterización fisicoquímica.
- Adicionalmente cada seis meses se realizará el monitoreo de aguas residuales industriales a la entrada del sistema de tratamiento, a la salida del API y en el punto de vertimiento. Con el fin de evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento y las condiciones con las cuales están siendo vertidas las aguas al cuerpo de agua.
- Cuerpos de Agua Receptores de Vertimientos
- Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados serán comparados con los resultados obtenidos en el respectivo Informe del EIA para el Bloque Exploratorio VMM2 y el PMA para los pozos dentro del área del bloque, al igual que la comparación del Decreto 1594/84 para establecer si se cumple con las normas ambientales vigentes. y se establecerán Índices de Contaminación (ICOS): Índices de Contaminación por Mineralización (ICOMI), Materia Orgánica (ICOMO), Sólidos Suspendidos (ICOSUS) y Eutrofia (ICOTRO), y se compararán con los resultados obtenidos en el respectivo Informe del EIA para el Bloque VMM2 y el PMA para los pozos.
- Se efectuarán dos pruebas físico-químicas para el Bloque Exploratorio VMM2 (una antes de iniciar y otra antes de finalizar el proyecto, para aguas arriba y aguas abajo) de las respectivas corrientes receptoras. Se analizarán los siguientes parámetros: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos (color y olor), oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl⁻), sulfatos (SO₄), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno

(SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.; coliformes totales y fecales. In situ se tomarán parámetros tales como Caudal, pH, Temperatura, Oxígeno disuelto y Conductividad. Los análisis se complementarán con los análisis cualitativos y cuantitativos del recurso Hidrobiológico (bentos, perifiton y macrófitas).

- Se deben llevar registros de los vertimientos, las cuales deben ir firmadas por el supervisor ambiental y el interventor ambiental, con el fin de anexarla al informe de cumplimiento ambiental. y determinando los respectivos índices de contaminación (ICOS).

Es importante registrar las condiciones medioambientales en el momento del muestreo, con el fin de mantener un estricto control sobre el proceso.

4.4.2.2 Manejo de residuos sólidos

➤ Residuos de perforación

- El cumplimiento de las medidas de manejo y disposición de cortes de perforación presentadas en el respectivo proyecto de manejo ambiental serán monitoreadas por parte de la interventoría ambiental mediante su observación directa y el control de los registros en cuanto a volúmenes producidos y su respectiva disposición realizada por la empresa contratada para tal fin.
- Para el análisis de lixiviados y calidad del sólido durante la etapa de tratamiento de cortes de perforación, se realizarán monitoreos mensuales para los siguientes parámetros: pH, contenido de humedad, conductividad eléctrica, aceites y grasas, RAS (relación de absorción de sodio) y PSI (porcentaje de sodio intercambiable), metales pesados (Ba, Ca, Cr, Pb).
- Se realizará el seguimiento y supervisión al proceso de solidificación, estabilización y disposición de los lodos de perforación base agua.

- Se realizará el seguimiento y supervisión a la empresa contratada para el transporte y disposición de los lodos de perforación base aceite.

- **Residuos peligrosos**
- Los elementos químicos serán manejados de acuerdo a las fichas técnicas que cada uno de ellos presenten.
- Los elementos químicos de interés sanitario y metales pesados se les realizará una revisión periódica en los sistemas de bodegaje y transporte de residuos, además de verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial. El manejo de estos materiales está a cargo de las compañías contratistas quienes tienen a su cargo la disposición final de estos elementos.
- Con el fin de verificar el manejo dado los residuos sólidos peligrosos, domésticos e industriales, será necesario cuantificar diariamente el volumen de desechos producidos, clasificándolos de acuerdo con su origen y composición; así como llevar un registro de los procedimientos realizados (clasificación, almacenamiento, transporte y disposición).
- Se realizará seguimiento a la cantidad y tipo de residuos peligrosos generados durante cada proyecto, mediante el pesaje de éstos y verificación de su adecuada disposición. Se determinará el volumen de residuos peligrosos evacuados e incinerados de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.

- **Residuos industriales**
- El interventor HSE velará por una correcta segregación, almacenamiento temporal y disposición final de los excedentes industriales producidos en los pozos.
- Se realizará verificación del correcto almacenamiento y disposición final de residuos industriales, tales como residuos metálicos, brocas dañadas, tubería

en desuso y chatarra en general (repuestos, filtros, recipientes de cambio de aceite, embalaje de los productos químicos, madera, etc.).

➤ **Residuos sólidos domésticos**

- La Interventoría HSE hará un estricto control para que durante el programa de reciclaje no se presenten mezclas de los diferentes desechos que se pretenden aprovechar, mediante supervisión de los contenedores de almacenamiento selectivo.
- Se realizarán controles diarios de los residuos orgánicos, inorgánicos y reciclables, teniendo en cuenta que los residuos sean separados en biodegradables y no biodegradables en las canecas debidamente marcadas, para luego llevarlos a su disposición final. En el informe ICA se presentará un registro del generado y de lo dispuesto.
- Se realizará seguimiento a la cantidad y tipo de residuos generados durante la perforación, mediante el pesaje diario de estos y verificación de su adecuada disposición. En el informe ICA se presentará un registro del generado y de lo dispuesto.

5. CONCLUSIONES

A continuación presentamos las conclusiones obtenidas para el presente proyecto. La exploración de hidrocarburos en Colombia es una actividad que requiere licenciamiento ambiental, y se encuentra regulado por el decreto 2820 de Agosto de 2010.

Dado que la perforación exploratoria es objeto de licenciamiento, la misma requiere la elaboración de un estudio de impacto ambiental acorde con lo establecido en los términos de referencia acogidos en la Resolución 1544 de Agosto de 2010

La caracterización socio-ambiental del estudio de impacto ambiental requiere un nivel de información detallado y ajustado a las condiciones reales del área de estudio, ya que a partir de ella se establece la zonificación ambiental y de manejo, permitiendo determinar la viabilidad ambiental del proyecto a ejecutar.

Al igual que una correcta y apropiada caracterización socio-ambiental es necesario tener una detallada descripción del alcance del proyecto a ejecutar para determinar con base en estos dos elementos los recursos naturales a aprovechar.

A partir de todo lo anterior se identifican los efectos ambientales que podría sufrir el medio y se establecen las medidas de manejo que permitan prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales derivados del desarrollo de las actividades de perforación exploratoria propuestas.

La gestión ambiental para el proceso de licenciamiento de la actividad de perforación exploratoria incluye los procesos para viabilizar el desarrollo de la actividad, lo cual a su vez requiere la participación activa de un equipo interdisciplinario de profesionales en ciencias ambientales y personal técnico de la empresa operadora.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERICO, A., A. Cadena, J. Hernández - C., & Y. Muñoz - S. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia.

BERNAL, Fernand y MORENO, Leonardo. 1995. "Proyecto Arqueológico Plan Nacional Gas Natural. Gasoducto Ballena – Barrancabermeja. Reconocimiento y Prospección. Tomo 1. Bogotá. Marzo

CARO CUBILLOS Bibiana. 2006. "Prospección Arqueológica Pozo Arjona 1". VETRA PÈTROLEUM- GEOCOL CONSULTORES S.A..

DOLMATOFF REICHEL, Gerardo. 1986. "Arqueología de Colombia un texto introductorio". Bogotá: Fumbotánica. Bogotá.

CARVAJAI-Cogollo, J., Castaño-Mora, O & Cardenas-Arevalo, G. 2007. Reptiles de áreas asociadas a humedales de las planicies del departamento de Córdoba

CASTAÑO, M., O. V. ed. 2002. Libro rojo de Reptiles de Colombia

CEBALLOS, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in neotropical dry forest.

CITES. Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre <http://www.cites.org/esp/index.shtml>

DANE. Censo 2005.

DANE. Boletín Estadístico, 1997.

DOLMATOFF REICHEL, Gerardo. 1947. "La cueva funeraria de la Paz". En Boletín de Arqueología. Vol 2. Nº 5 y 6. Pp 403-413.

EMMONS, L, H. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de America tropical.

GALINDO-GONZALES, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos:

GOMEZ G, Alba Nelly; CORRECHA SUAREZ, Heidy Margarita. 1995."Excavación y Rescate Arqueológico Gasoducto Centro Oriente Km 4 al 21 Barrancabermeja, Sitio Ciénaga del Tigre I, Hacienda Pipintá La Dorada Caldas. Sitio Pipintá II. Bogotá. Ecopetrol.

HERNÁNDEZ-CAMACHO, J. I. & H. SÁNCHEZ. 1992. Biomas terrestres de Colombia.

HERNANDEZ, Carlos Nicolás y BOGOTÁ, Camelo, Alfredo.1990. "Aguachica Historia de un Camino". Coalcesar 20 años.

I.C.A.N.H."Registro de Sitios Arqueológicos del Cesar".

www.icanh.gov.co/recursos_user/Registro%20sitios%20Cesar.xls

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Guía para numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos. Bogotá: ICONTEC, 1994. (NTC 1075).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Presentación de informes científicos y técnicos. Bogotá: ICONTEC, 1993. (NTC 3575).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.
Documentación: Referencias bibliográficas para normas. Bogotá: ICONTEC, 1996.
(NTC 1307).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.
Documentación: Presentación de Tesis, trabajos de grado y otros trabajos de
investigación. Bogotá: ICONTEC, 2008. (NTC 1486).

OJEDA PICON, Ramón. 2009. "Breviario Histórico Colonial de Aguachica, poblada
por Antón García Bonilla". Julio.

PEZCADOR PINEDA, Lenín. MORENO PINTO, Oscar Alberto, CARDOZO
VILLADA, Diana. 2005. "Reconocimiento y prospección arqueológica en área de
concesión del la Compañía Carbones del Cesar S.A., municipio El Paso,
Corregimiento de la Loma". Compañía Carbones del Cesar. S.A. CISAN. Bogotá.

REICHEL DOLMATOFF, Giraldo y DUSSAN, Alicia. 1943 – 1944. "Las Urnas
funerarias en la Cuenca del Río Magdalena". Revista Instituto Etnológico Nacional.
Vol 1, p 209 -2819' Plan de Ordenamiento Territorial de Aguachica 2001- 2010.
Dimensión Social.

RIVERA, Javier; RAMÍREZ, Guillermo; VASQUEZ, Juan Camilo; OME, Tatiana;
Cruz, Juan Pablo. 2008. "Prospección Arqueológica en la Mina Calenturitas.
Municipio de Jagua de Ibirico y la Loma. Departamento del Cesar. FUNDACION
TIERRA FIRME. Bogotá. Mayo.

RODRÍGUEZ-M, J.V., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgenson, J. ed. 2006. Libro rojo de
los Mamíferos de Colombia.

RODRIGUEZ-MAHECHA, J.V., Hughes N., Nieto O & A.M Franco. 2005. Paujiles, Pavones, Pavas & Guacharacas neotropicales.

RODRIGUEZ-MAHECHA, J.V., Rojas F., Arzuza D.E & A. Gonzales. 2005. Loros, Pericos & Guacamayas Neotropicales.

ROJAS DE PERDOMO Lucía. 1974. Manual de Arqueología Colombiana. Bogotá

RUEDA-ALMONACID, J. V., J. D. Lynch & A. Amézquita (Eds.). 2004. Libro rojo de los anfibios de Colombia.

SALAMAN, P., Donegan, T. & Caro, D. 2009. Listado de Aves de Colombia 2009.

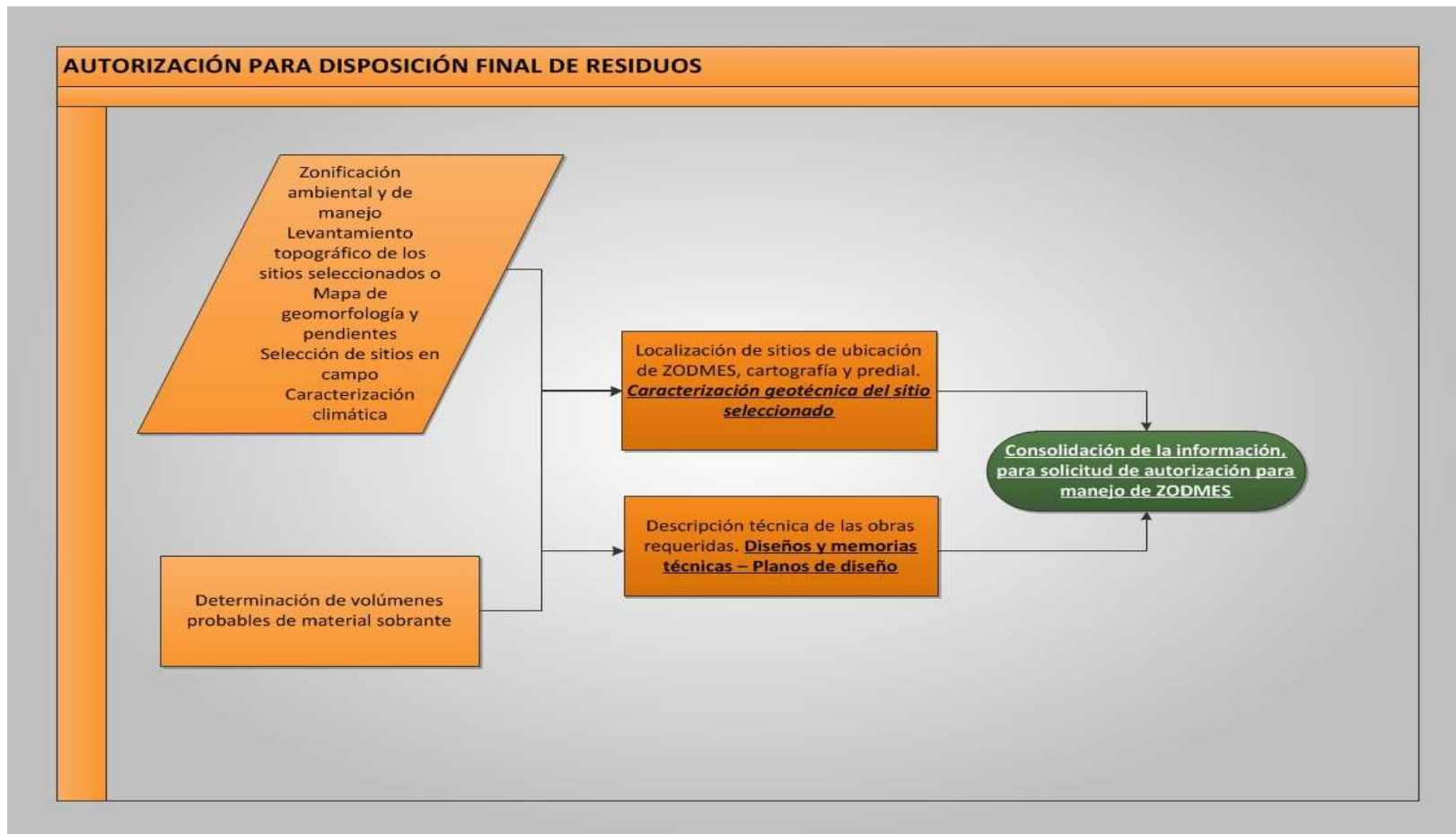
SCRIPTA NOVA. Revista Electrónica de Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. (ISSN 1138-9798), No 94 (76), 1º Agosto 2001.

TORO CIFUENTES, Arturo y ESCOBAR BECERRO, Roberto. 2009 "Prospección Arqueológica Mina la Francia y la Francia 2. Municipios del Paso y Becerril Carbones del Cesar". Informe Final

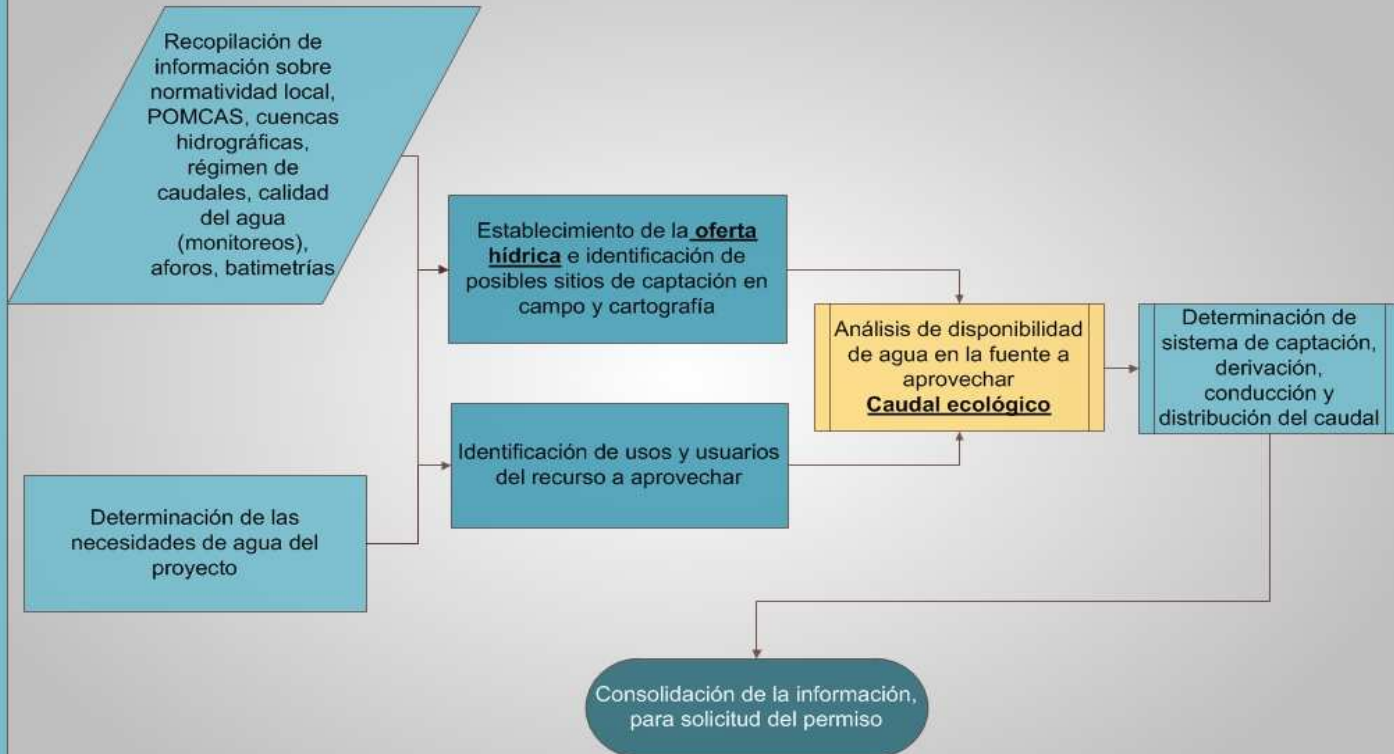
TOVAR T, Jorge E. 2007. "Prospección Arqueológica Polígono Campo Iguana". Bogotá. Junio.

ANEXOS

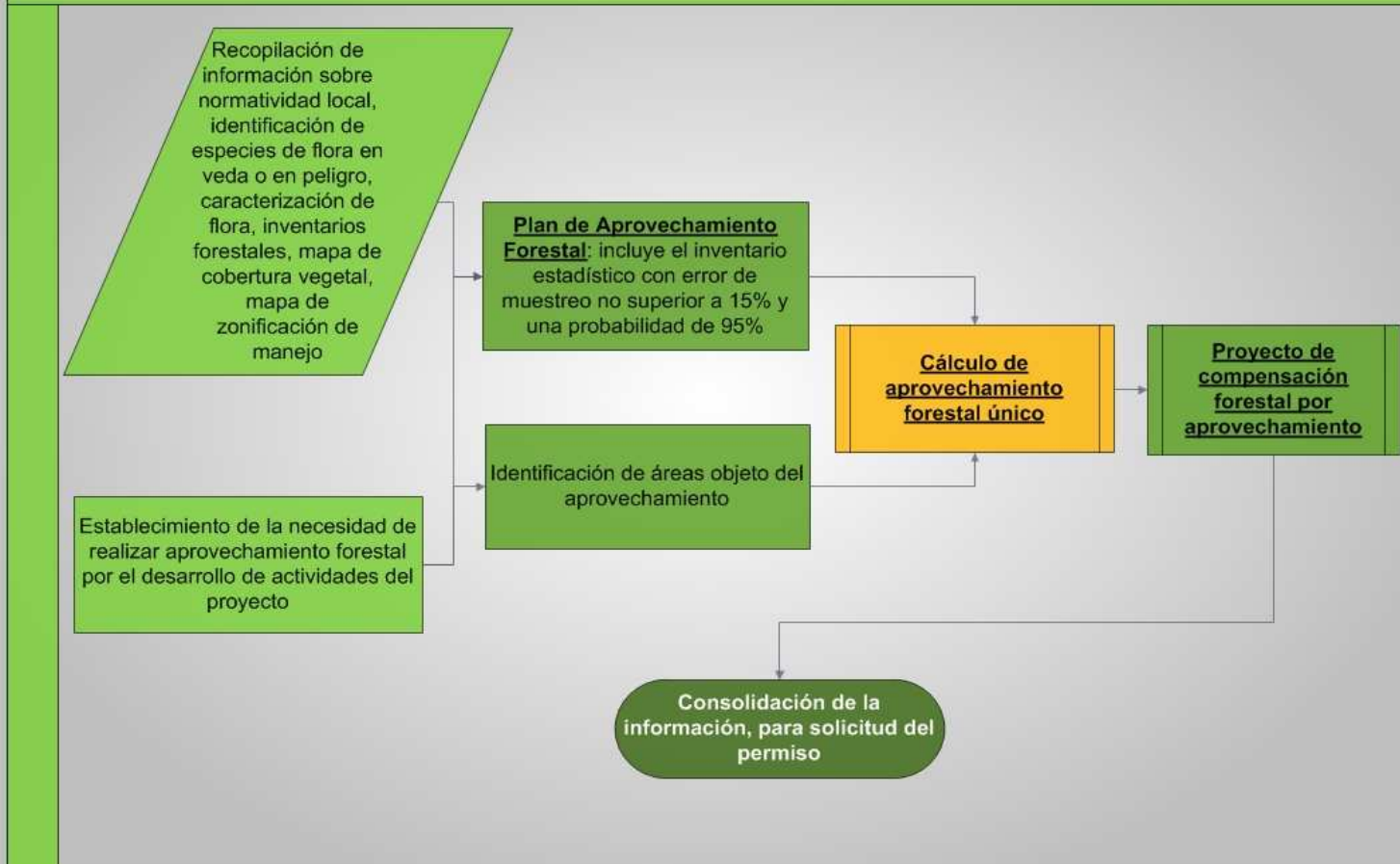
Anexo A Esquemas Gestión Ambiental



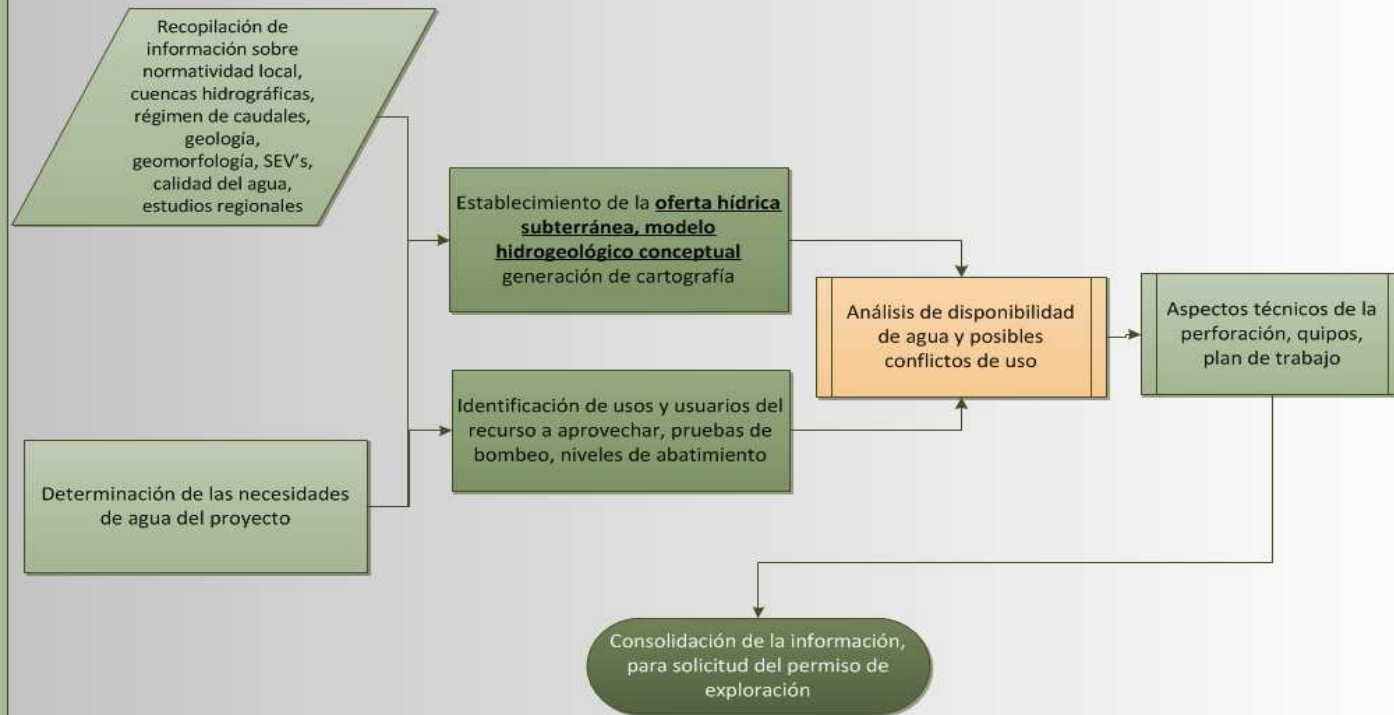
CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES



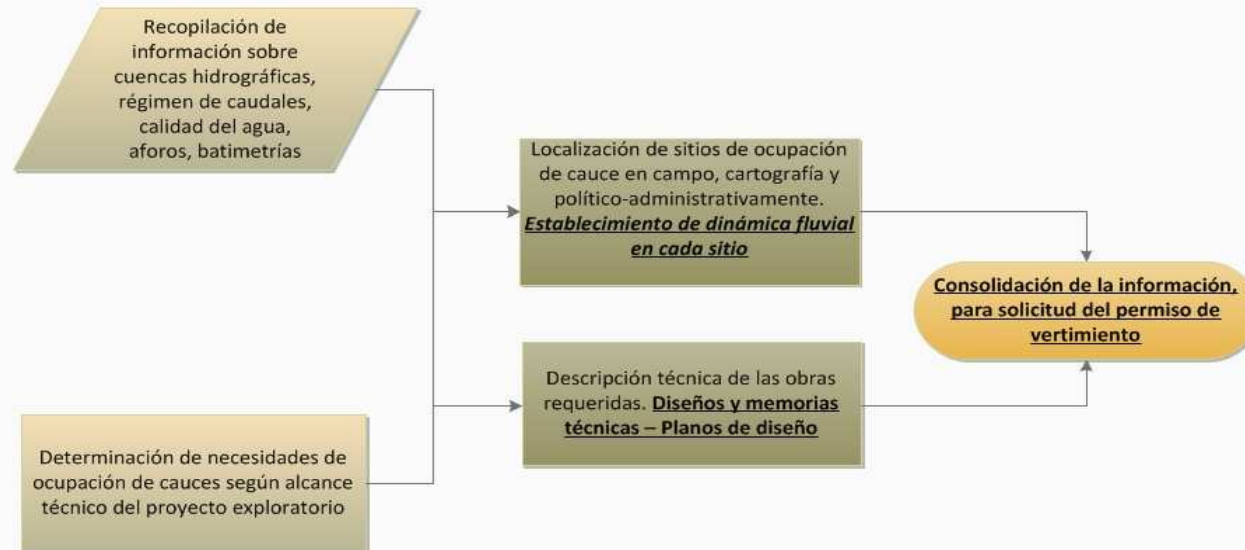
PERMISO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL



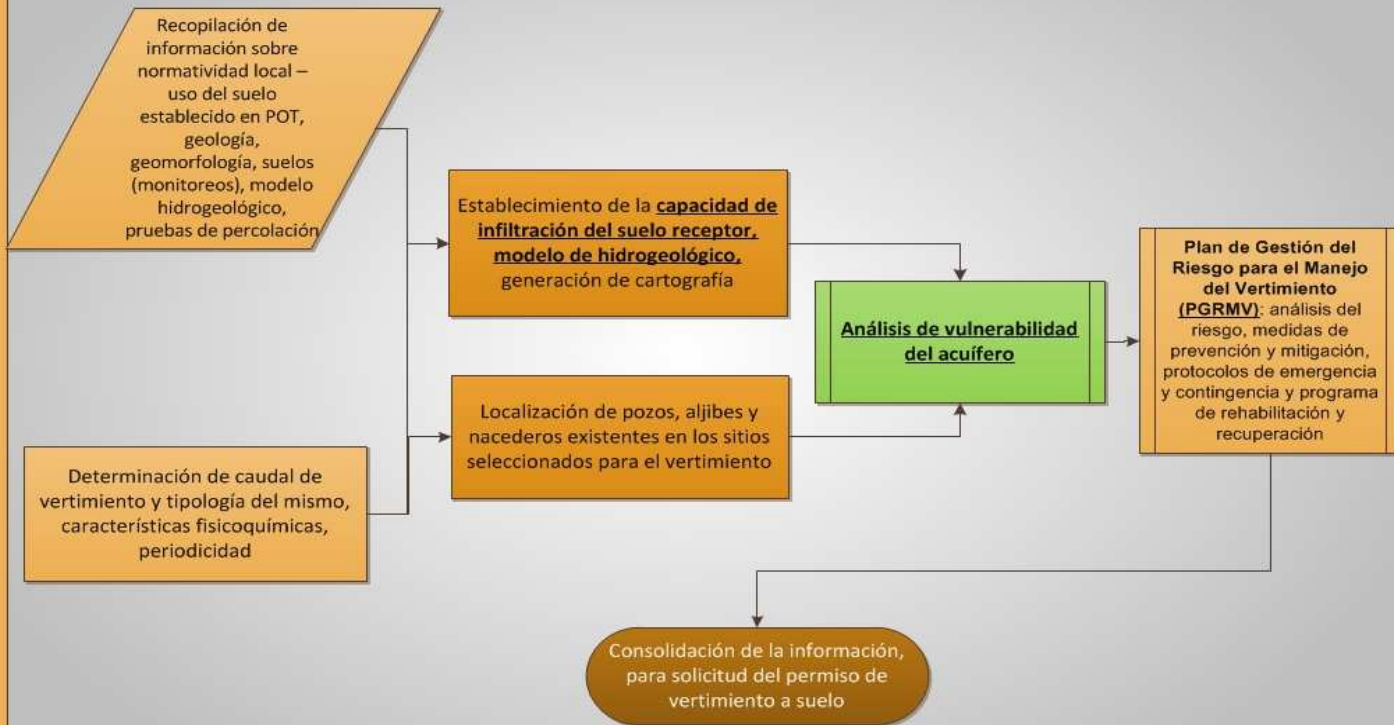
PERMISO DE EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



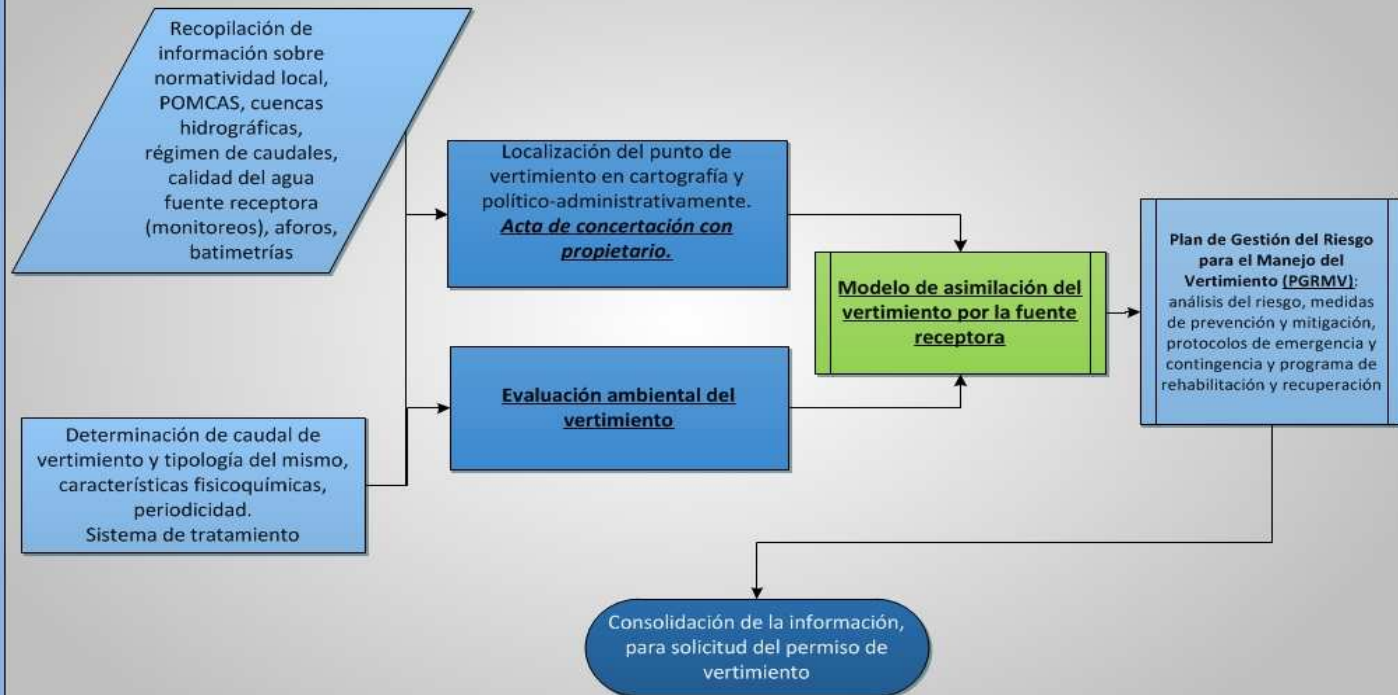
PERMISO OCUPACION DE CAUCES



PERMISO DE VERTIMIENTO A SUELO ASOCIADO A UN ACUÍFERO

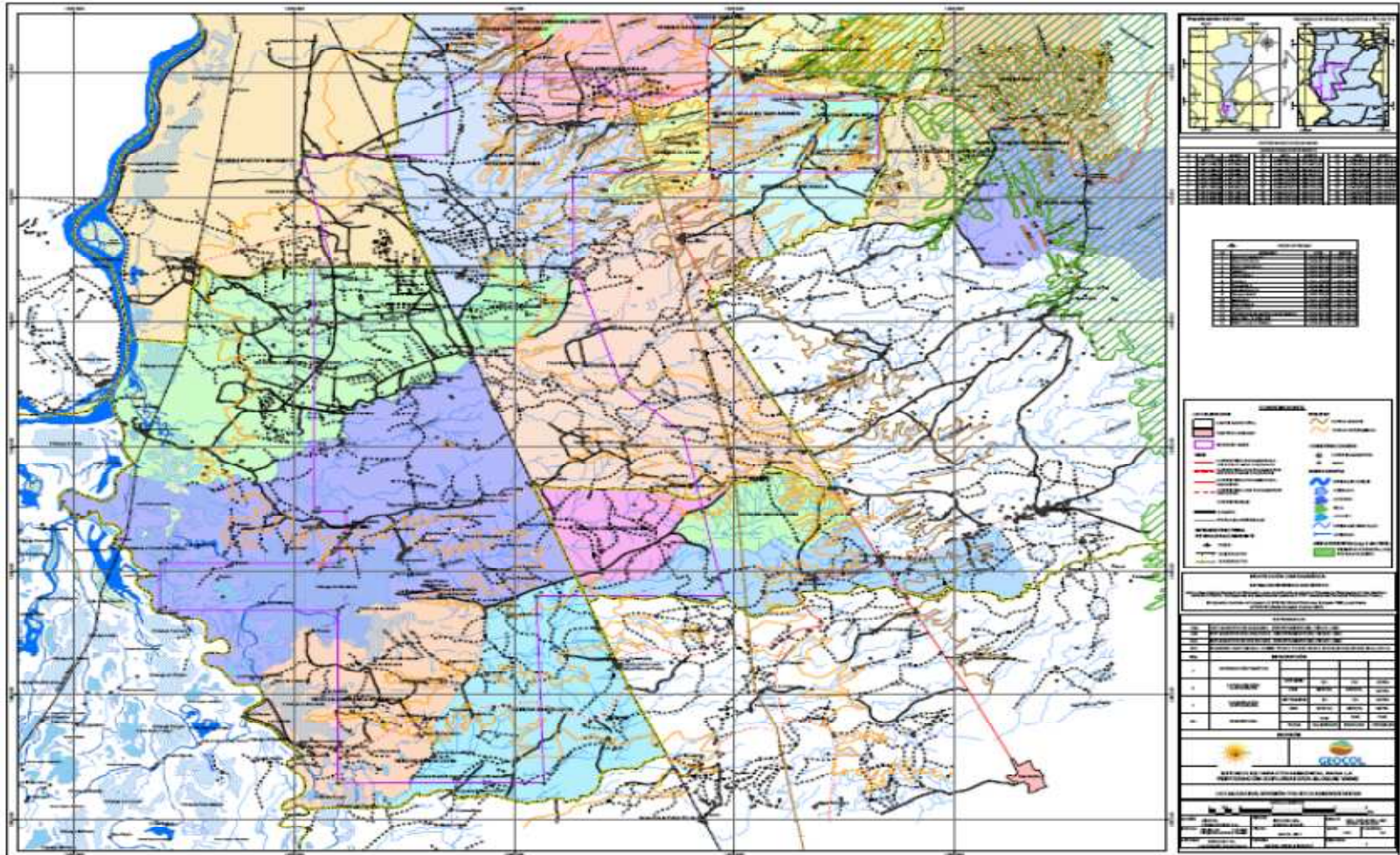


PERMISO VERTIMIENTO A AGUAS SUPERFICIALES

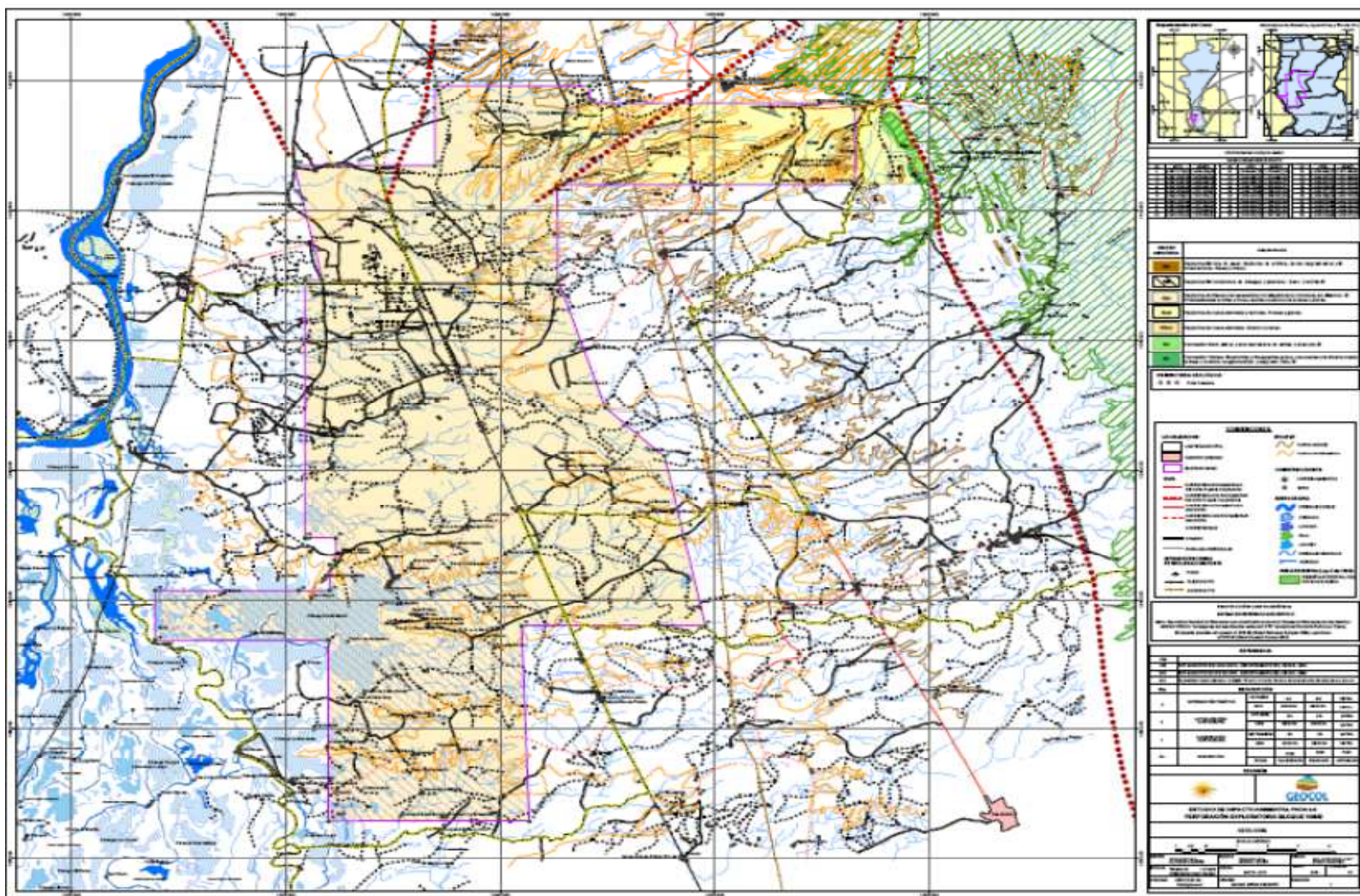


Anexo B Mapas

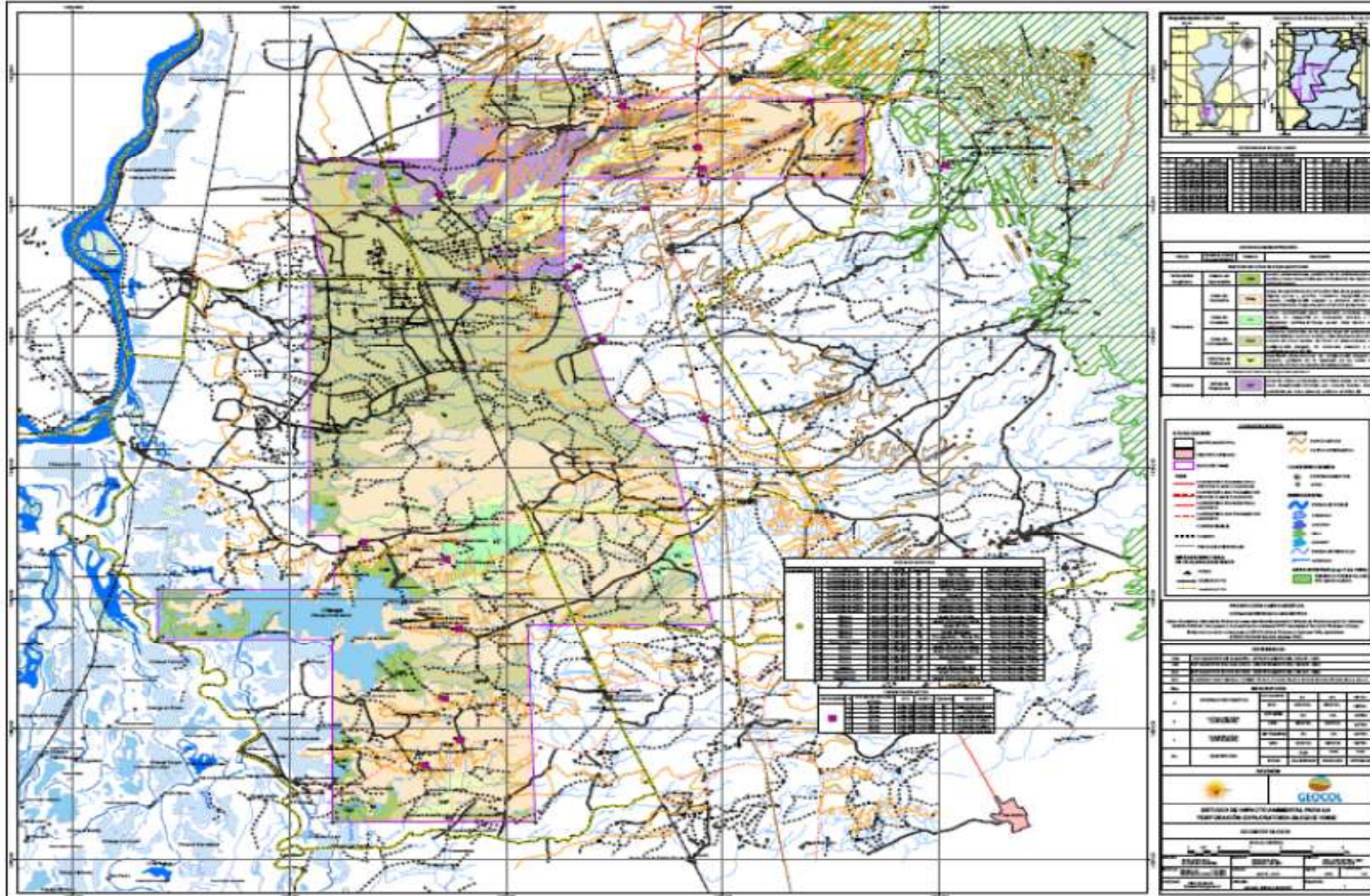
Localización General



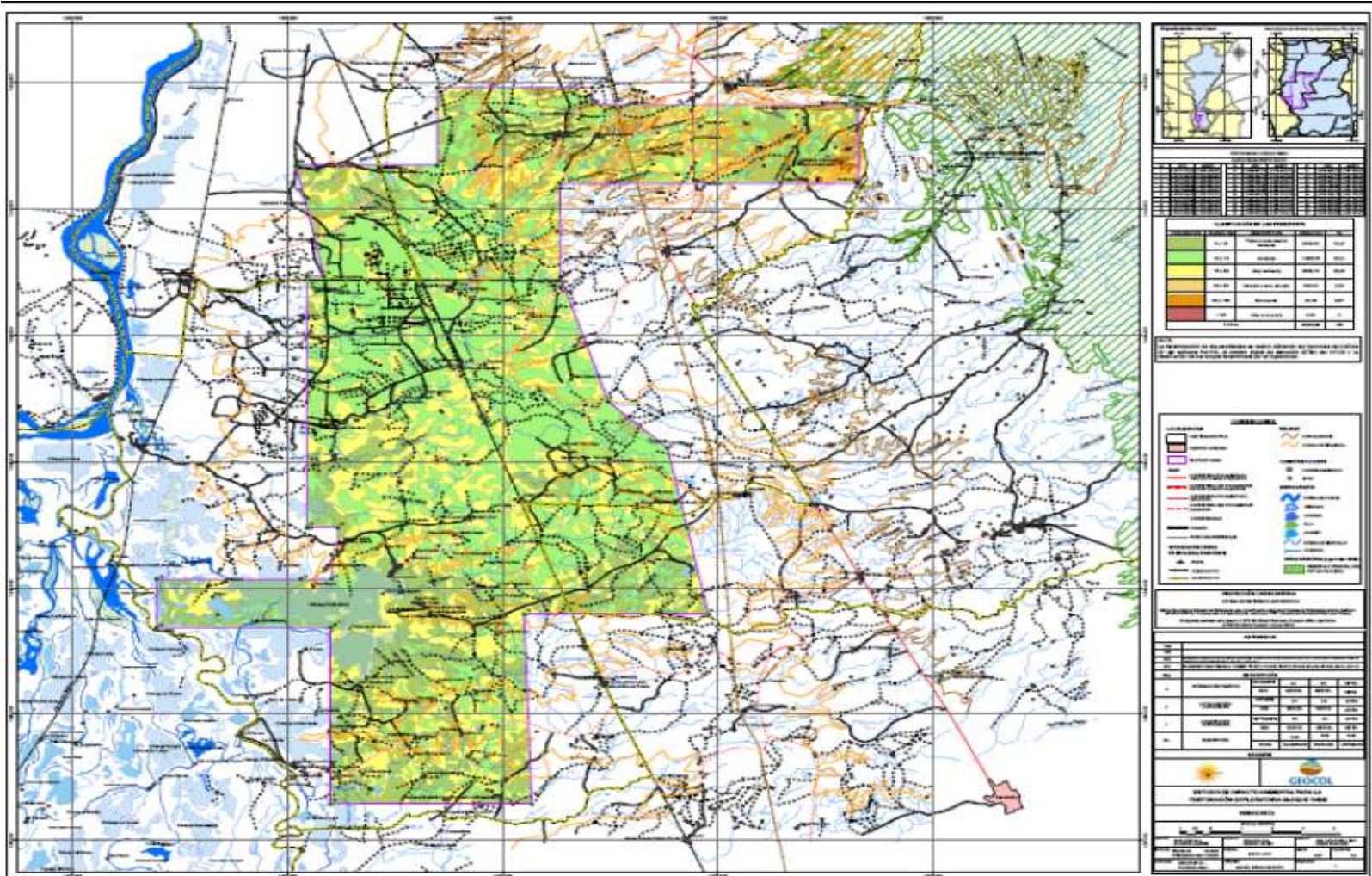
Geología



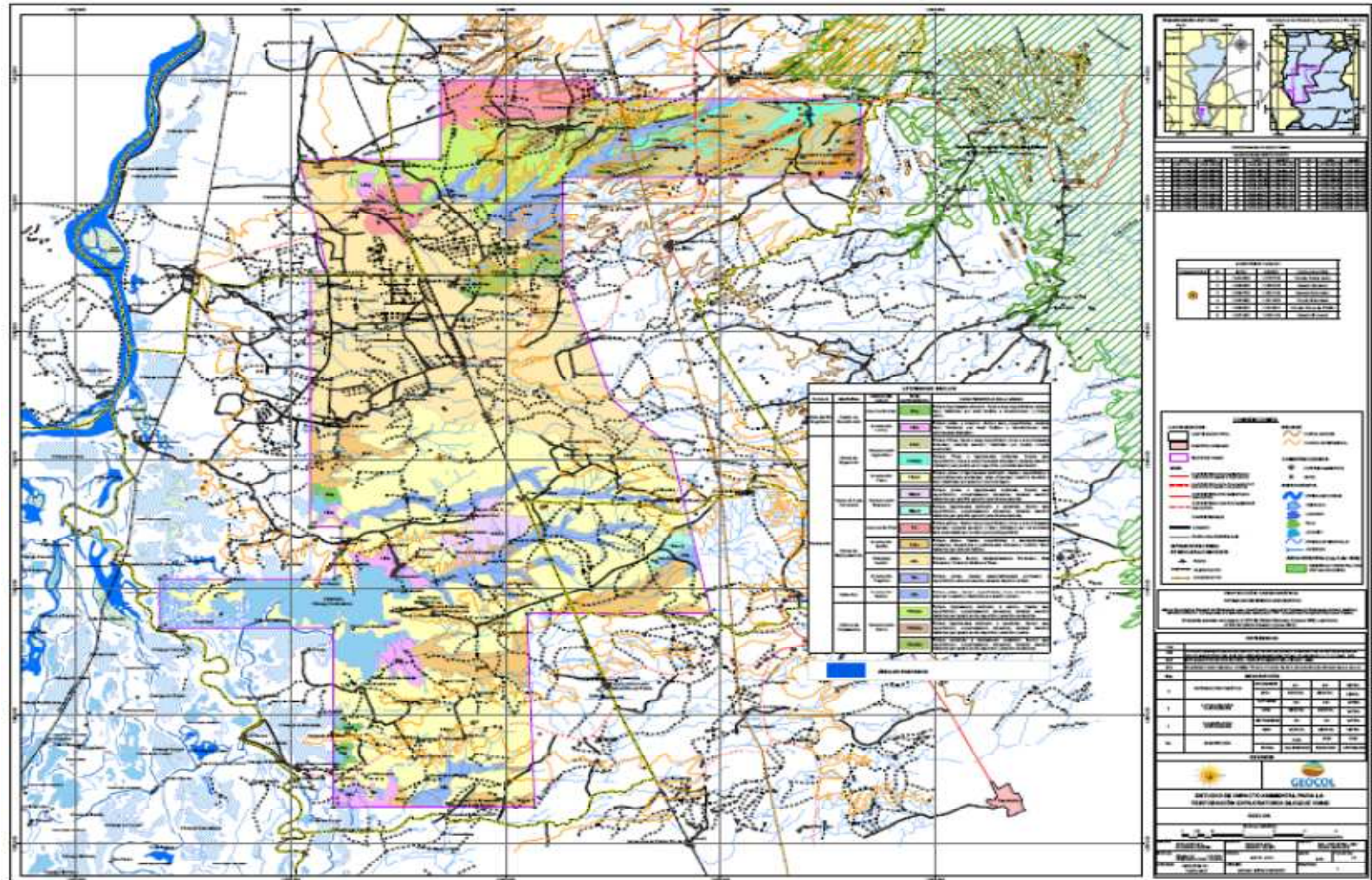
Geomorfología



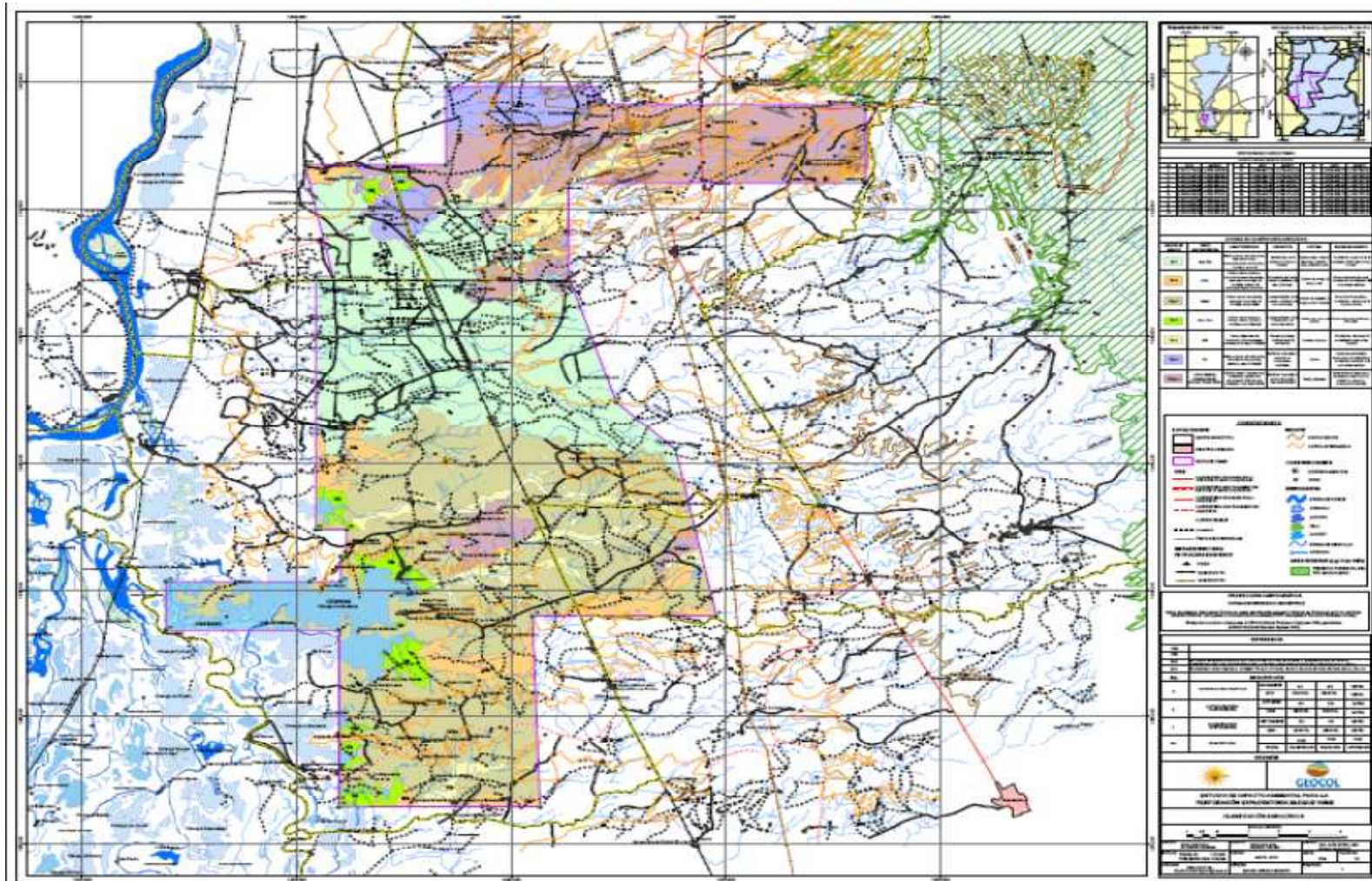
Pendientes



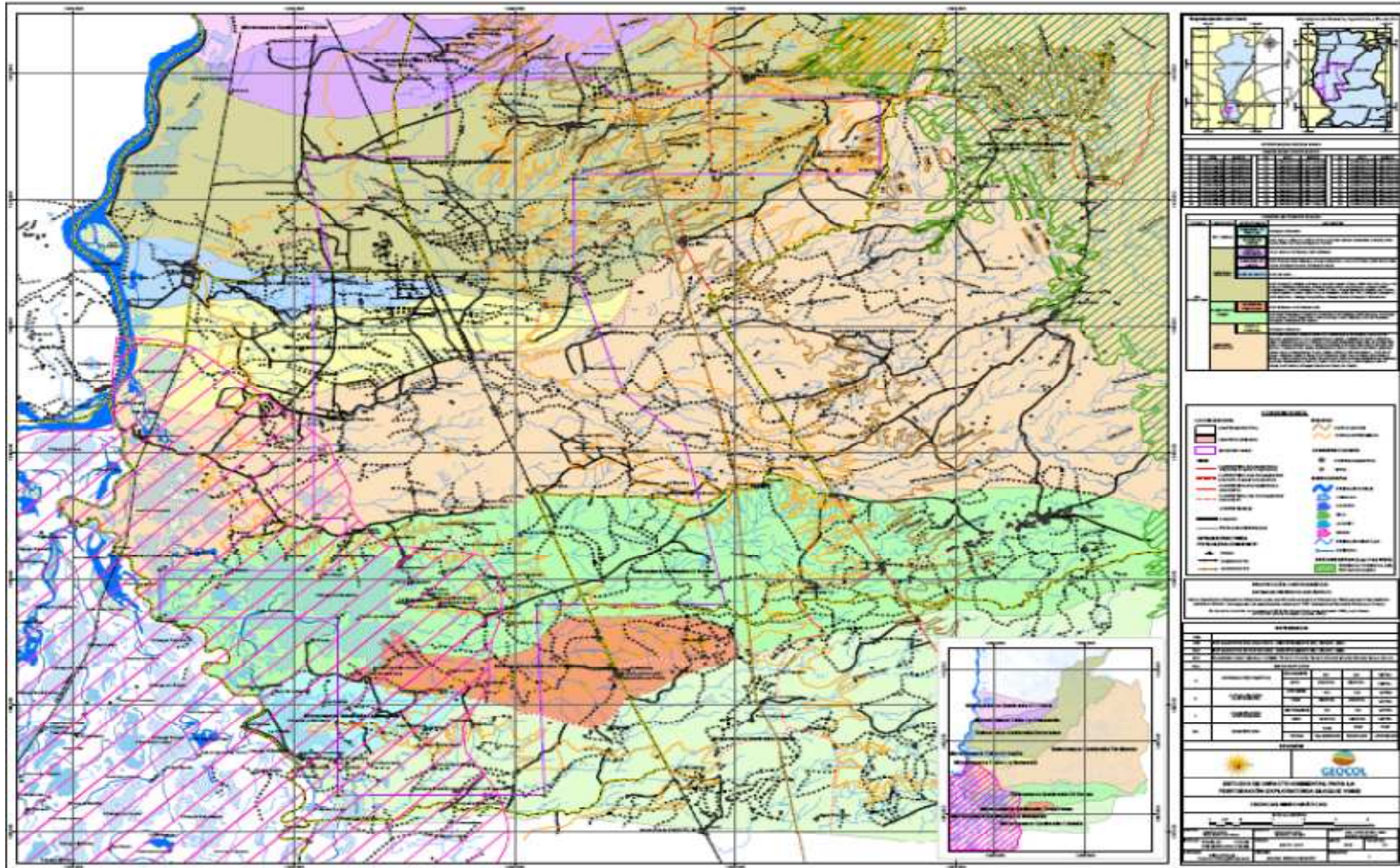
Suelos



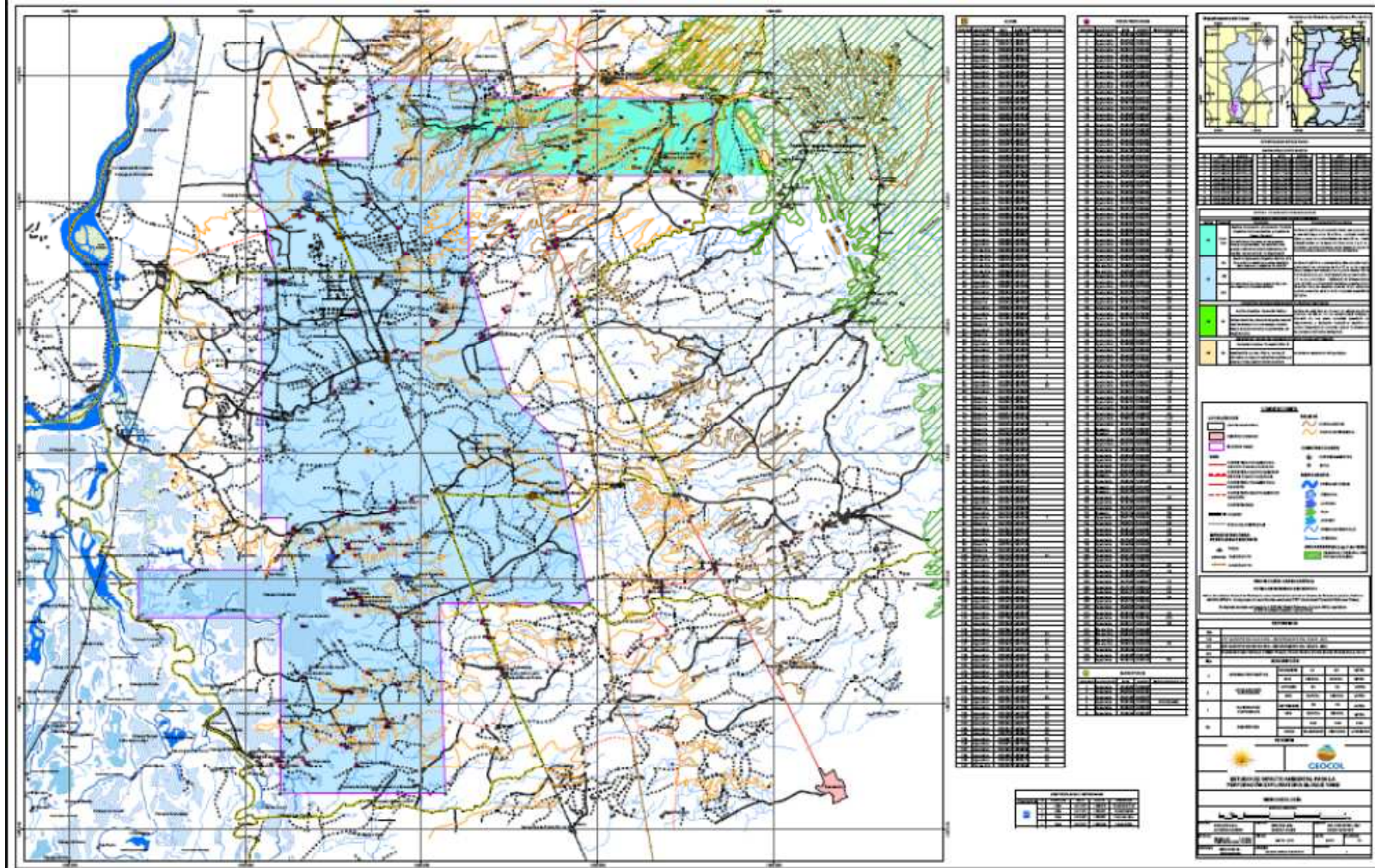
Clasificación Agrológica



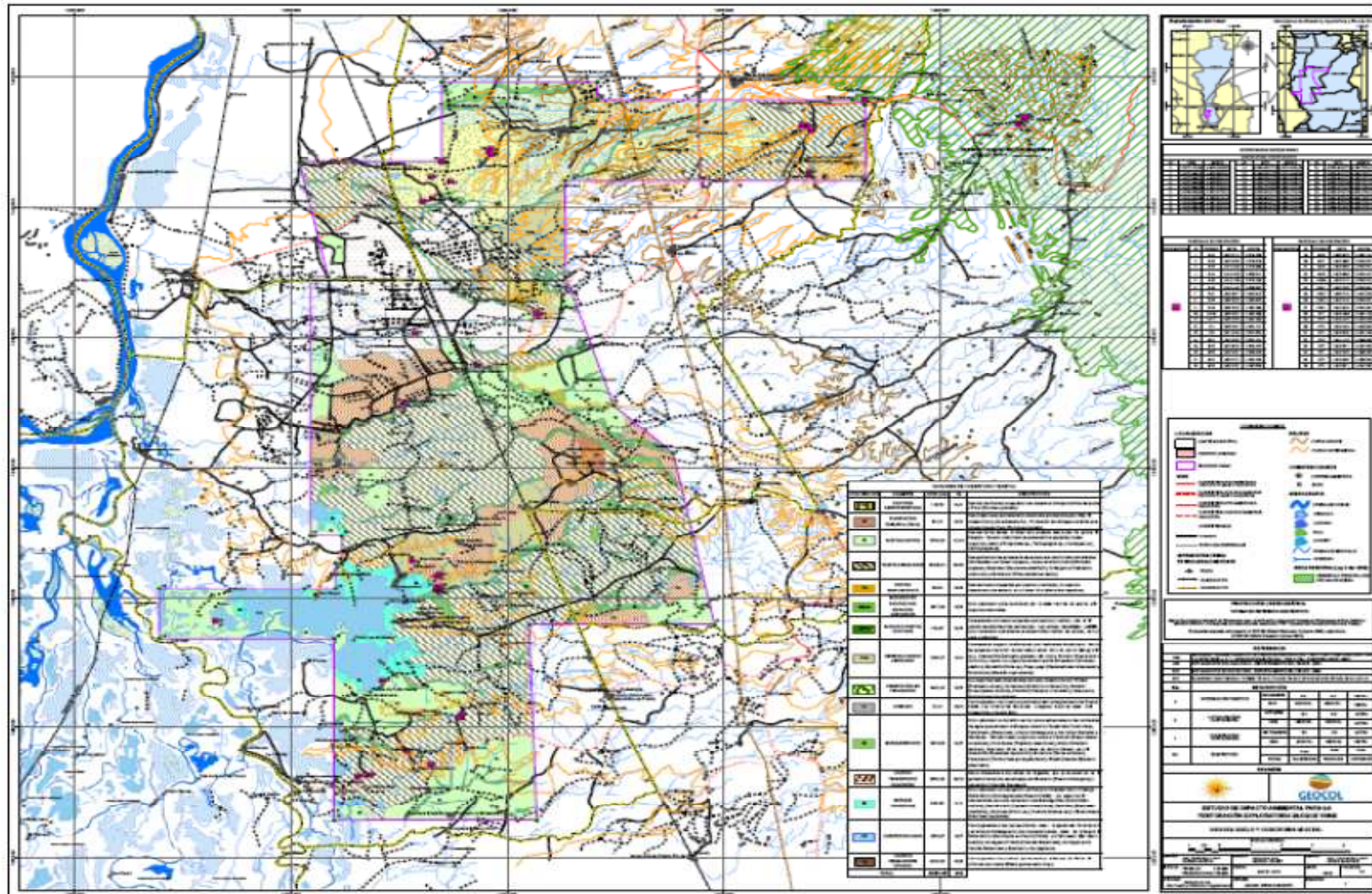
Cuencas Hidrográficas



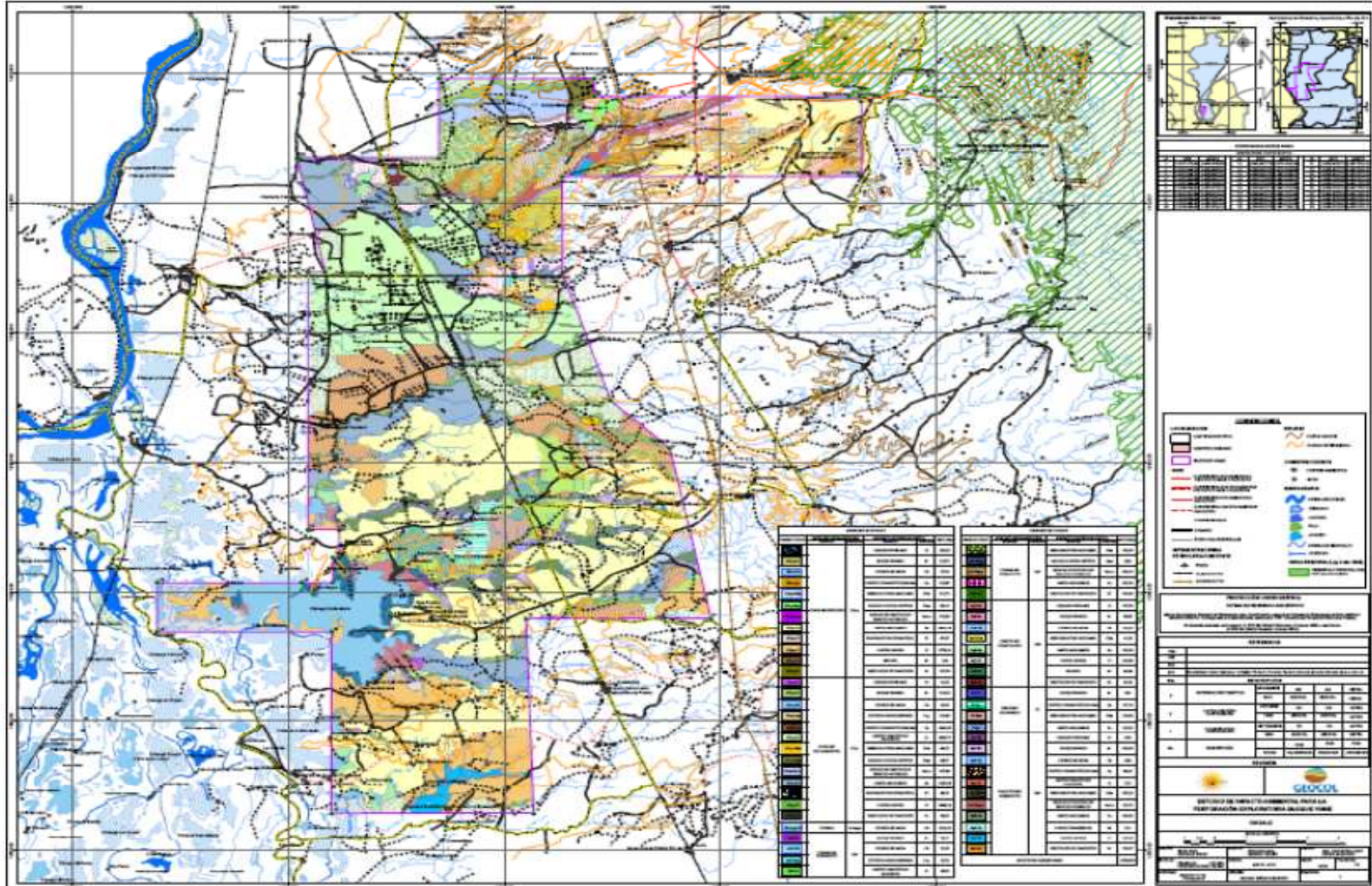
Hidrología



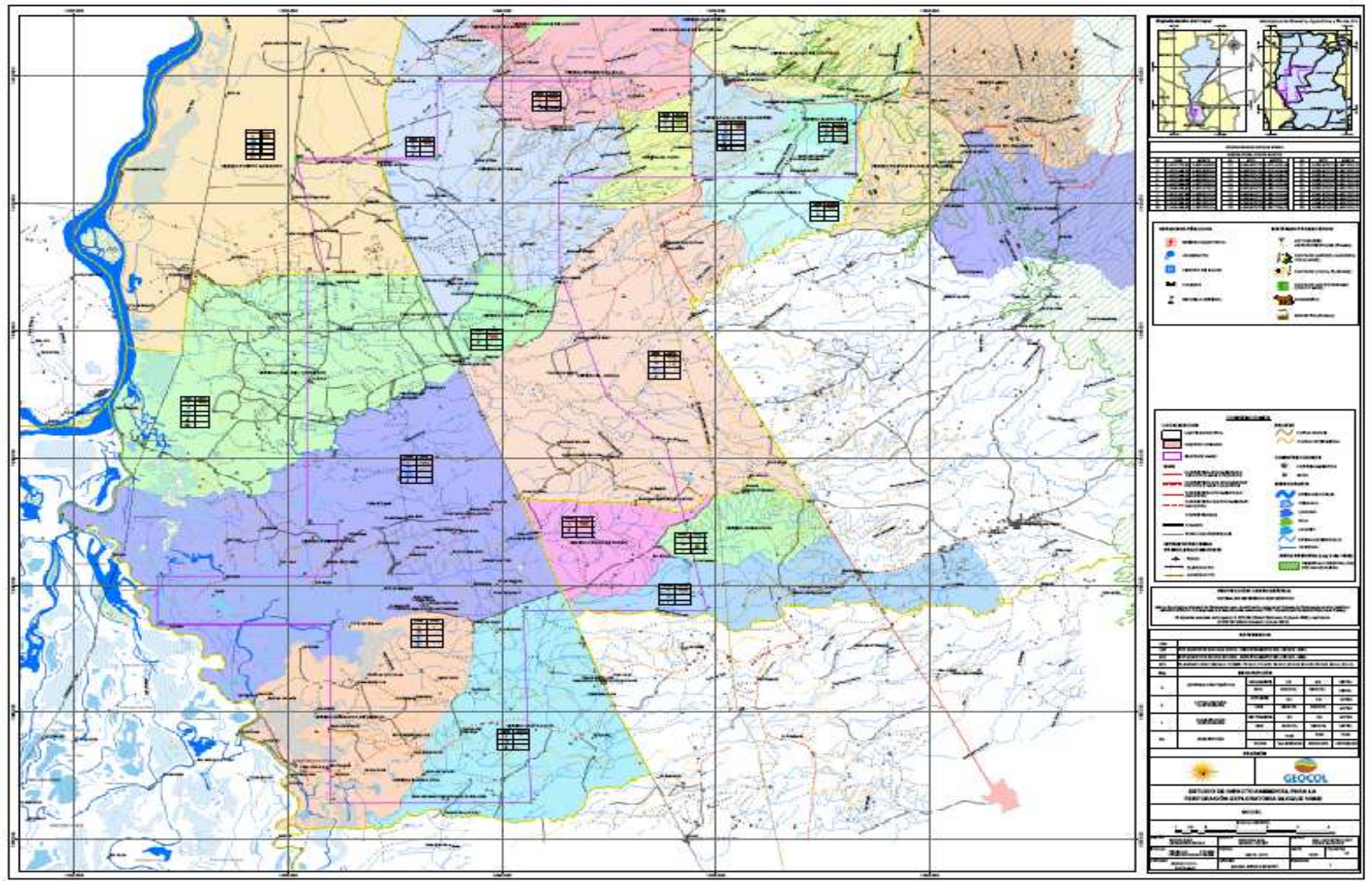
Uso de Suelos y Cobertura Vegetal



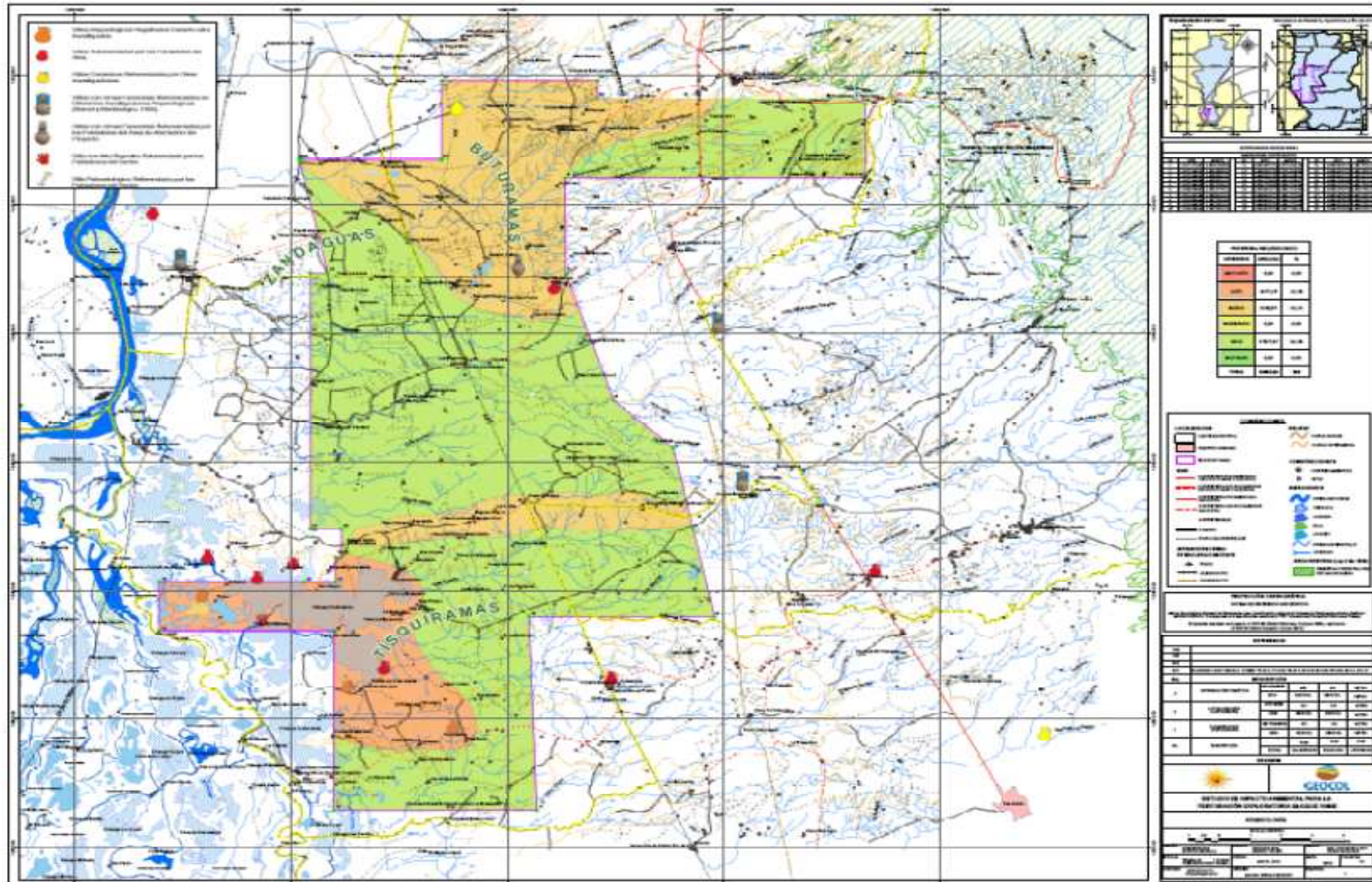
Paisaje



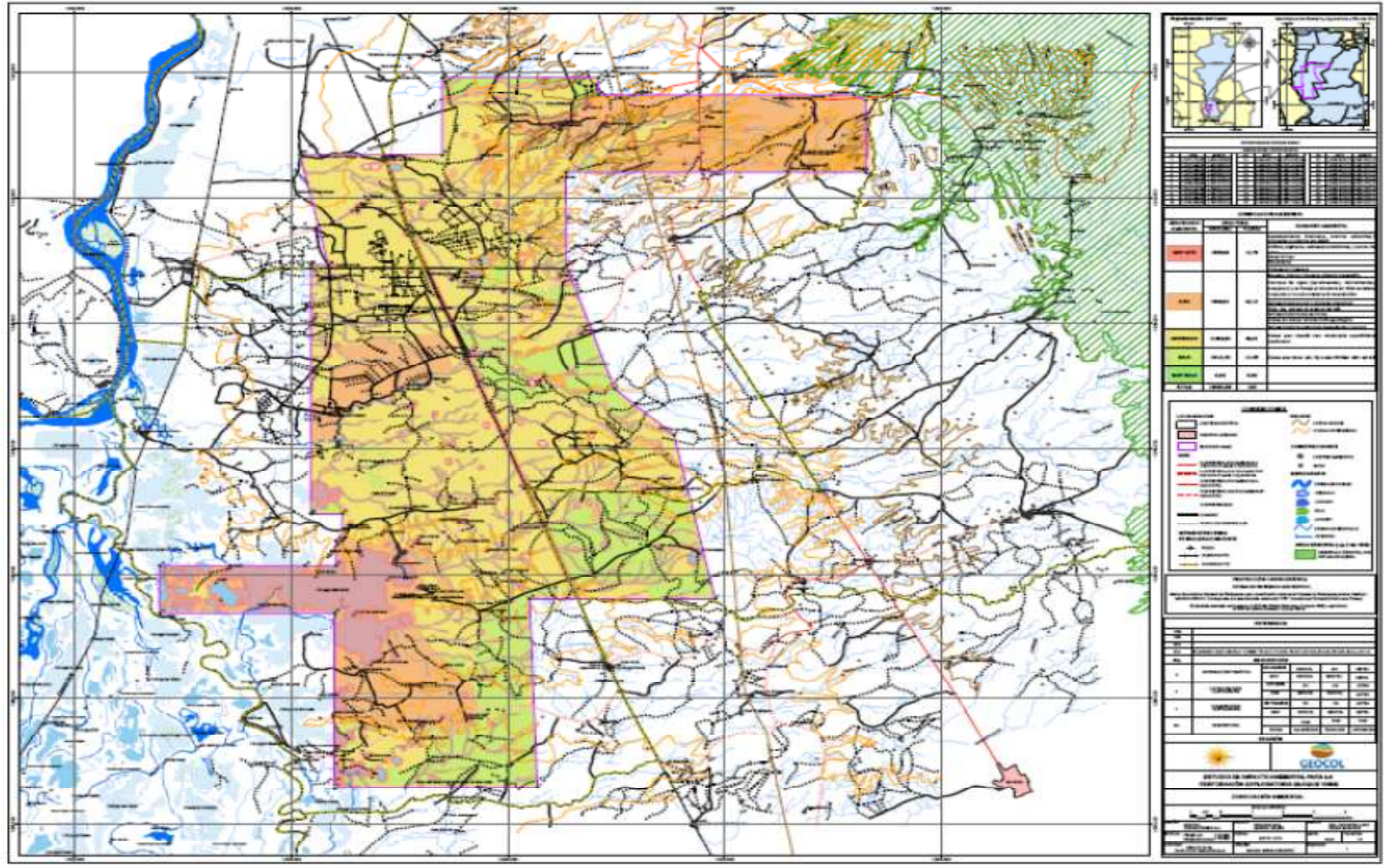
Social



Arqueología



Zonificación Ambiental.



Zonificación Manejo

