

RESUMEN EJECUTIVO

TABLA DE CONTENIDO

1.	SÍNTESIS DEL PROYECTO	7
2.	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL PROYECTO	8
3.	LOCALIZACIÓN.....	19
4.	COSTOS DEL PROYECTO	24
5.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	24
6.	ÁREA DE INFLUENCIA.....	27
6.1	ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO ABIÓTICO.....	27
6.2	ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO BIÓTICO	27
6.3	ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.....	27
7.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	31
7.1	MEDIO ABIÓTICO.....	31
7.1.1	Geología.....	31
7.1.2	Geomorfología	36
7.1.3	Paisaje.....	39
7.1.4	Suelos y uso de tierras	43
7.1.5	Hidrología	52
7.1.6	Usos del agua	58
7.1.7	Hidrogeología.....	59
7.1.7.1	Inventario de puntos de captación de agua subterránea.....	60
7.1.7.2	Perfiles geofísicos.....	60
7.1.7.3	Pruebas de Bombeo.....	61
7.1.8	Geotecnia	63
7.1.9	Atmósfera.....	65
7.1.9.1	Clima	65
7.1.9.2	Calidad del aire	66
7.1.9.3	Ruido.....	69
7.2	MEDIO BIÓTICO.....	70
7.2.1.1	Epifitas	76
7.2.1.2	Fauna.....	77
7.2.1.3	Ecosistemas acuáticos	79
7.2.1.4	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas.....	80
7.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO	81
7.3.1.1	Componente demográfico	83
7.3.1.2	Componente espacial.....	89
7.3.1.3	Componente económico	93
7.3.1.4	Componente cultural.....	94
7.3.1.5	Componente político organizativo	95

8.	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	99
8.1	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO ABIÓTICO.....	99
8.2	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO BIÓTICO.....	101
8.3	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	103
9.	EVALUACIÓN DE IMPACTOS	106
10.	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	111
11.	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....	116
12.	PLANES Y PROGRAMAS.....	117
12.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	117
12.1.1	Programas de manejo ambiental.....	117
12.1.2	Plan de seguimiento y monitoreo	118
12.1.3	Plan de gestión del riesgo	120
12.1.3.1	Amenaza (Natural + Endógena).....	125
12.1.3.2	Escenarios de Emergencia	128
12.2	PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	133
12.3	OTROS PLANES Y PROGRAMAS	134
12.3.1	Plan de inversión del 1%.....	134
12.3.1.1	Línea General de Inversión 1. Adquisición de predios y o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales	134
12.3.1.2	Línea de Inversión General 2. Acciones de protección, conservación y preservación de la cobertura vegetal.....	135
12.4	PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD	138

LISTA DE TABLAS

Tabla R-1.	Actividades objeto de licenciamiento para el APE VMM-9.....	9
Tabla R-2.	Esquema de las etapas del proyecto exploratorio en el APE VMM-9.....	12
Tabla R-3.	Actividades y subactividades definidas para la estimulación hidráulica en el APE VMM-9	17
Tabla R-4.	Coordenadas de los vértices del bloque VMM-9.....	19
Tabla R-5.	Coordenadas de los vértices del APE VMM-9	22
Tabla R-6.	Costos estimados del proyecto en dólares.....	24
Tabla R-7.	Cronograma para construcción operación y abandono de un pozo de hidrocarburos.....	25
Tabla R-8.	Cronograma teórico para las actividades en el APE VMM-9 para YNC y YC	26
Tabla R-9	Comunidades del área de influencia distribuidas en las veredas del PBOT municipal	31
Tabla R-10	Unidades Geomorfológicas APE VMM-9.....	37
Tabla R-11	Sitios de importancia paisajística.....	42
Tabla R-12	Descripción de las unidades de suelos que hacen parte del área de perforación exploratoria VMM-9.....	44
Tabla R-13	Leyenda de Capacidad de Uso o Uso Potencial APE VMM 9	47
Tabla R-14	Categorías de uso actual del suelo	49
Tabla R-15	Resultados de aforos realizados.....	53
Tabla R-16	Puntos de monitoreo de calidad del agua superficial en el APE VMM-9.....	53
Tabla R-17	Resultados Índices de contaminación ICOS: ICOMO, ICOSUS.....	54
Tabla R-18	Resultados Índice de Contaminación por Nutrientes (ICOTRO).....	55
Tabla R-19	Resultados Medios Índice de contaminación (ICOMO, ICOSUS, ICOTRO)	56
Tabla R-20	Resultados índice de calidad de agua ICA en Fuentes Bloque VMM-9	57
Tabla R-21	Categorías, subcategorías y unidades de cobertura terrestres presentes en el área de influencia	72
Tabla R-22	Categorías, subcategorías y unidades de cobertura terrestres presentes en el área de influencia biótica.....	73
Tabla R-23	Unidades de cobertura de la tierra presentes en el AI biótica.....	73
Tabla R-24	Usos de las 15 especies más representativas del APE VMM-9.....	74
Tabla R-25	Especies en categorías de amenaza.....	75
Tabla R-26	Área de influencia del medio socioeconómico y cultural	81
Tabla R-27	Población total, Cimitarra	84
Tabla R-28	Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas desagregado, Cimitarra.....	85
Tabla R-29	Comunidades del área de influencia del APE VMM-9.....	86
Tabla R-30	JAC en el área de influencia	96
Tabla R-31	Zonificación ambiental del medio abiótico en el APE VMM-9 y área a licenciar	101
Tabla R-32	Zonificación ambiental del medio biótico.....	101
Tabla R-33	Variables empleadas en la zonificación ambiental del medio socioeconómico	103
Tabla R-34	Descripción de las unidades de sensibilidad ambiental del medio socioeconómico.....	104

Tabla R-35	Categorías de la Importancia del Impacto	106
Tabla R-36	Identificación de componentes, elementos e impactos	107
Tabla R-37	Zonificación de manejo ambiental del proyecto	112
Tabla R-38	Amenazas Exógenas Generales	120
Tabla R-39	Amenazas Endógenas Generales	122
Tabla R-40	Amenazas Exógenas YNC.....	122
Tabla R-41	Niveles de Riesgo Generales en el AI del APE VMM-9	128
Tabla R-42	Nivel de Consecuencias Escenarios generales.....	128
Tabla R-43	Nivel de Consecuencias Escenarios YNC	130
Tabla R-44	Cálculo de riesgos para actividades llevadas a cabo en yacimientos convencionales.....	131
Tabla R-45	Cálculo de riesgos para actividades llevadas a cabo específicamente en yacimientos no convencionales.....	132
Tabla R-46	Ecosistemas y factores de compensación	138
Tabla R-47	Área de intervención por cobertura	139
Tabla R-48	Área de intervención y a compensar por ecosistema.....	140

LISTA DE FIGURAS

Figura R-1.	Localización general del APE VMM-9	21
Figura R-2.	Localización de las zonas objeto de licenciamiento ambiental (APE y vías de acceso a los puntos de concesión de agua superficial)	23
Figura R-3	Área de Influencia definitiva del medio abiótico para el APE VMM-9 y área a licenciar	28
Figura R-4	Área de influencia definitiva del medio biótico para el APE VMM-9 y área a licenciar	29
Figura R-5	Área de influencia social definitiva del componente socioeconómico y cultural del APE VMM-9 y área a licenciar	30
Figura R-6	Columna Estratigráfica Generalizada Cuenca VMM.....	32
Figura R-7	Mapa Geológico Área Influencia APE VMM-9.....	33
Figura R-8	Mapa Estructural APE VMM-9.....	34
Figura R-9	Modelo Geológico 3D APE VMM-9.....	35
Figura R-10	Unidades Geomorfológicas en el APE VMM-9.....	39
Figura R-11	Unidades de paisaje definidas para el APE VMM-9	40
Figura R-12	Distribución de las unidades de suelos del Área de Perforación Exploratoria VMM-9	43
Figura R-13	Clases agrológicas del APE VMM-9	46
Figura R-14	Uso actual del suelo	50
Figura R-15	Conflicto de uso del suelo en el APE VMM-9.....	51
Figura R-16	Aproximación a la topología de la red en el área de estudio	52
Figura R-17	Esquema del modelo conceptual 3D. APE VMM-9	61
Figura R-18	Unidades Hidrogeológicas	62
Figura R-19	Susceptibilidad Geotécnica en el área del APE VMM-9 y en el área a licenciar	64
Figura R-20	Biomás en el área de influencia.....	71
Figura R-21	Riqueza específica de especies de epífitas vasculares y no vasculares	76

Figura R-22	Índice BMWP/Col por microcuencas con los resultados obtenidos en las estaciones de muestreo.....	80
Figura R-23	Área de influencia socioeconómica y cultural	82
Figura R-24	Proceso de participación y socialización con las comunidades del APE VMM-9.....	83
Figura R-25	Distribución de la población por grupos etarios, Cimitarra	84
Figura R-26	Índice NBI municipal y departamental	85
Figura R-27	Población por género.....	88
Figura R-28	Grupos etarios de las comunidades del área de influencia.....	89
Figura R-29	Cobertura de acueducto, comunidades del área de influencia	90
Figura R-30	Zonificación ambiental del medio abiótico del APE VMM-9 y área a licenciar.....	100
Figura R-31	Zonificación del medio biótico	102
Figura R-32	Zonificación de la sensibilidad ambiental del medio socioeconómico	105
Figura R-33	Zonificación de manejo ambiental del proyecto	115
Figura R-34	Estructura Plan de Manejo Medio Abiótico	117
Figura R-35	Estructura Plan de Manejo Medio Biótico	118
Figura R-36	Estructura Plan de Manejo Medio Socioeconómico	118
Figura R-37	Estructura del Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Abiótico.....	119
Figura R-38	Estructura del Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Biótico.....	119
Figura R-39	Estructura Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Socioeconómico	120
Figura R-40	Mapa de Amenaza Natural.....	123
Figura R-41	Mapa de amenaza Endógena.....	124
Figura R-42	Mapa de Amenaza General.....	125
Figura R-43	Mapa de vulnerabilidad.....	126
Figura R-44	Mapa de riesgo	127
Figura R-45	Zonas de interés para la inversión del 1%	137

RESUMEN EJECUTIVO

1. SÍNTESIS DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto, para el que se solicita Licencia Ambiental, consiste en realizar actividades de exploración en yacimientos convencionales y no convencionales al interior del Área de Perforación Exploratoria VMM-9 (APE VMM-9), ubicada en jurisdicción del municipio de Cimitarra (Santander) y con ello dar cumplimiento a los compromisos adquiridos en el contrato E&P No. 17 suscrito por PAREX con la ANH, Ronda 2014.

Conforme al contrato entre la ANH y PAREX, la empresa se encuentra habilitada para explorar y producir hidrocarburos provenientes de yacimientos no convencionales y convencionales en el Bloque VMM-9. Según el contrato se espera *como mínimo la perforación de un pozo exploratorio tipo A3 por fase, para yacimientos convencionales y dos exploratorios también tipo A3 por fase para yacimientos no convencionales*. El contrato excluye la exploración y explotación de hidrocarburos en arenas bituminosas y de gas metano asociado a mantos de carbón (CBM), si se encuentran este tipo de yacimientos debe ser informado a la ANH.

Para cumplir con los objetivos específicos del proyecto de perforación exploratoria se realizarán las siguientes actividades objeto de esta solicitud de licenciamiento ambiental:

1. Construir un máximo de 20 plataformas multipozos, para la perforación hasta de 10 pozos por cada plataforma, en los que se incluyen pozos exploratorios. Cada plataforma tendrá un área hasta de 7 ha.
2. Perforar máximo 120 pozos en el APE en las plataformas multipozo.
3. Del total máximo de 120 pozos realizar la estimulación hidráulica de hasta 13 pozos, mediante la ejecución de hasta 30 etapas de estimulación en cada uno de ellos. (Actividad de yacimientos no convencionales).
4. Realizar pruebas de producción en yacimientos convencionales y pruebas piloto en Yacimientos no convencionales.
5. Reinyectar agua de formación y fluidos de retorno de la actividad de estimulación hidráulica.
6. Inyectar agua del recurso como mecanismo de recobro mejorado.
7. Adecuar y construir la infraestructura de vías, líneas de transporte de fluidos, líneas eléctricas, pozos reinyectores y facilidades que sean requeridos.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se realizó teniendo en cuenta el Parágrafo 1° del Artículo 2.2.2.3.5.1. del Decreto 1076 de 2015 que indica que el *“Estudio de Impacto Ambiental para las actividades de perforación exploratoria de hidrocarburos deberá adelantarse sobre el área de interés geológico específico que se declare, siendo necesario incorporar en su alcance, entre otros aspectos, un análisis de la sensibilidad ambiental del área de interés, los corredores de las vías de acceso,*

instalaciones de superficie de pozos tipo, pruebas de producción y transporte en carro - tanques o líneas de conducción de los fluidos generados.” Hacemos énfasis en el enfoque del EIA al referirse a un área de interés y debido a la imposibilidad de identificar los sitios específicos de pozos se elabora el análisis de sensibilidad ambiental que se manifiesta en los capítulos 6 Zonificación Ambiental y 9 Zonificación de Manejo del EIA y que se hace referencia a “corredores” de vías y no a diseño o definición exacta debido al mismo estado de conocimiento del subsuelo y finalmente se hace referencia a pozos “tipo” para resaltar igualmente que en este estado de avance no se tiene precisión y detalle sobre el diseño y características de pozos.

Asimismo, los Términos de referencia aplicados para elaborar el presente EIA (Términos de Referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental proyectos de perforación exploratoria de Hidrocarburos de 2014) establecen que el estudio de Impacto ambiental en esta etapa se realiza con diseños tipo, con descripción de corredores viales y obras tipo, con descripción de locaciones y actividades indicando en cada caso la ubicación y descripción precisa definitiva se definirán en los documentos denominados PMA específicos para las actividades proyectadas (ver por ejemplo páginas 17 a 19 de los TOR).

De acuerdo con lo anterior no resulta posible delimitar en este momento de avance del proyecto y por tanto incluirlo en el EIA las áreas de revisión para los pozos que se dediquen a yacimientos no convencionales. Estas áreas serán definidas en el PMA respectivo teniendo en cuenta la zonificación ambiental en superficie y la normatividad aplicable para definir y manejar las áreas de revisión.

El desarrollo de lo solicitado en el Anexo 3 se incorpora en cada capítulo donde tiene pertinencia la aplicación del Anexo 3. Es decir que no se elaboró un capítulo o documento especial para el contenido solicitado en el anexo 3 en razón a que la actividad a licenciar es la de explorar hidrocarburos tanto de yacimientos convencionales como no convencionales y en el entendido que la actividad única que genera una diferencia es la de estimulación hidráulica a la cual se le hace una evaluación de impactos específica y detallada.

Con el objeto de facilitar la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del APE VMM-9, se anexa la Matriz de respuesta a comentarios revisión preliminar ANLA (ver Anexo 2K), que contiene la lista de observaciones preliminares del 16 de noviembre de 2017, que ANLA realizó sobre la presentación del EIA radicado el 7 de noviembre de 2017, y la respuesta que PAREX ha dado a cada una de ellas. También se incluye el documento de respuesta a las observaciones formuladas por Geomática de ANLA.

El EIA se elaboró aplicando los instrumentos legales y normativos nacionales, regionales y sectoriales necesarios para permitir a las Autoridades Ambientales tomar una decisión sobre la autorización de la ejecución de las actividades y el acceso al uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos dentro del APE VMM-9.

2. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DEL PROYECTO

En cumplimiento del contrato No. 17, suscrito entre la ANH y PAREX en la Ronda Colombia 2014, tiene estipulado realizar actividades exploratorias para yacimientos convencionales y no convencionales en el APE VMM 9.

Los compromisos contenidos en el Contrato de Exploración y Producción de Hidrocarburos del VMM 9, incluyen estimular hidráulicamente 13 pozos, en tres (3) fases. En este marco contractual, PAREX está obligado a adelantar los estudios ambientales que permitan establecer las medidas de manejo requeridas para prevenir, mitigar y/o compensar las posibles afectaciones del proyecto. Además, tramitar la Licencia Ambiental. En la Tabla R-1 se resumen las actividades que serán objeto de Licenciamiento:

Tabla R-1. Actividades objeto de licenciamiento para el APE VMM-9

ACTIVIDADES	SOLICITUD
CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS (LOCACIONES)	Construcción de hasta 20 plataformas multi-pozo con un máximo de 10 pozos por plataforma, para un total de máximo 120 pozos.
ÁREA DE LAS PLATAFORMAS	7 ha cada una, en áreas continuas o separadas adaptadas a la topografía.
PERFORACIÓN YNC	Hasta 20.000 pies de profundidad con horizontal de hasta 2000 metros, con lodos base agua y base aceite.
PERFORACIÓN YC	Profundidad máxima de 13500 pies.
ESTIMULACIÓN HIDRÁULICA	Hasta 13 pozos.
FORMACIONES DE INTERÉS PARA ESTIMULACIÓN HIDRÁULICA	La Luna, Simití y Tablazo.
FORMACIONES DE INTERÉS PARA YC	Mugrosa, Esmeralda y La Paz.
MÁXIMA LONGITUD PERFORACIÓN HORIZONTAL PARA ESTIMULACIÓN HIDRÁULICA EN YNC	2000 metros.
NÚMERO ESTIMADO DE ETAPAS DE ESTIMULACIÓN HIDRÁULICA POR POZO	30.
PISCINAS POR POZO	Hasta cuatro (4) piscinas dentro de las 7 ha de la locación multipozo, para el almacenamiento y tratamiento de las aguas industriales y los cortes de perforación.
ÁREA CENTRALIZADA DE PISCINAS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA FRESCA	Dos (2) áreas de hasta 5 ha cada una dentro del APE, según la topografía y zonificación de manejo, para el almacenamiento de agua fresca, la cual será usada para la estimulación hidráulica. En esta área se construirán piscinas con una capacidad máxima de almacenamiento de 650.000 barriles cada una (hasta 3,5 m de profundidad).
FACILIDADES DE PRODUCCIÓN	Hasta dos (2) facilidades de producción contiguas o independientes a plataforma multipozo, con un área máxima de 5 ha cada una.
CONSTRUCCIÓN DE VÍAS DE ACCESO NUEVAS	<ul style="list-style-type: none"> - Corredores de acceso de hasta un total de 75 km con anchos de 12 m. Las vías se diseñarán dentro de una franja de selección entre 100 y hasta 500 metros de ancho dependiendo de las condiciones geomorfológicas y la zonificación de manejo. El diseño civil y geotécnico final se presentará en los PMA específicos. - Hasta 50 km de ramales de acceso a locaciones de hasta 5 km de longitud cada uno, dependiendo de las condiciones geomorfológicas y la zonificación de manejo. El diseño se presentará en los PMA específicos. - Construcción de 6 km de variantes para evitar la movilización de equipo pesado por las zonas de concentración de viviendas. - Hasta 2,4 km de acceso a los puntos de captación de agua superficial. <p>TOTAL: 133,4 km</p>

ACTIVIDADES	SOLICITUD		
ADECUACIÓN DE VÍAS DE ACCESO	<ul style="list-style-type: none"> - Hasta 75 km de vías existentes en el APE VMM-9. - Hasta 2,9 km de acceso a los puntos de captación de agua superficial. TOTAL: 77.9 km		
LÍNEAS DE FLUJO DE AGUA	Hasta 211,3 km de longitud de líneas de flujo de hasta 16 pulgadas de diámetro enterradas o aéreas. Paralelas a las vías de acceso o a campo abierto por zonificación. La longitud de las líneas de flujo de agua se encuentra asociada a la longitud de las vías nuevas a construir y la adecuación total de los tramos de vías existentes.		
LÍNEAS DE FLUJO DE FLUIDOS DE PRODUCCIÓN	Hasta 211,3 km de longitud de líneas de flujo de hasta 16 pulgadas de diámetro enterradas o aéreas. Paralelas a las vías de acceso o a campo abierto por zonificación. La longitud de las líneas de flujo de fluidos de producción se encuentra asociada a la longitud de las vías nuevas a construir y la adecuación total de los tramos de vías existentes.		
LÍNEAS DE TRASMISIÓN ELÉCTRICA 32.4 MW	Hasta 211,3 km de longitud, paralelas a vías y a campo traviesa por zonificación de manejo. La longitud de las líneas de transmisión se encuentra asociada a la longitud de las vías nuevas a construir y la adecuación total de los tramos de vías existentes.		
HELIPUERTO	Se solicita la construcción de un (1) helipuerto por locación multipozo.		
ZODME	20 ZODMES con un área máxima de 2 ha cada uno, los cuales se ubicarán en cada una de las locaciones y facilidades de producción y un ZODME cada 10 kilómetros para vías nuevas y adecuación de vías.		
ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE FLUIDO DE RETORNO	Se solicita un área de 2 ha, adicional al área de plataformas multipozo, para la ubicación de los equipos de tratamiento y almacenamiento de fluido de retorno generado para YNC en el proceso de estimulación hidráulica.		
CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES	Corriente	Q máximo (L/s)	Temporalidad
	Un (1) punto sobre el río Magdalena	50	Todo el año
	Tres (3) puntos en río Carare	50	Todo el año. No simultáneos
	Dos (2) puntos en el río San Juan	5	Todo el año. No simultáneos
	Un punto (1) en caño Dorada	5	Todo el año
	Dos (2) puntos en caño El Cocuy	5	Todo el año. No simultáneos
	Tres (3) puntos en el caño El Garcero	5	Todo el año. No simultáneos
CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES	Corriente	Q máximo (L/s)	Temporalidad
	Un (1) punto en caño Abeja	5	Todo el año
	Un (1) punto en caño Monteoscuro	5	Todo el año
	Un punto (1) en caño Baúl	5	Todo el año
	Franja de movilidad para ubicación del sitio de captación de 200 metros aguas arriba y aguas abajo. Captación de forma simultánea hasta en dos corrientes diferentes a la vez. Se solicita autorización para la construcción de infraestructura de captación (1 ha por sitio de captación) para el río Magdalena y Carare. Los tanques y el espacio para llenado se ubicarán a no menos de 100 metros de la corriente de agua por zonificación. Se contará con línea de flujo de agua entre el sitio de captación en el río y el sitio de tanques y llenado de carrotanques.		

ACTIVIDADES	SOLICITUD
AGUAS SUBTERRÁNEAS	Se solicita permiso de exploración y explotación de aguas subterráneas para una concesión de hasta 10 l/s por pozo de agua (información detallada en el FUN del Capítulo 7).
VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES DE ACTIVIDADES DE YC	<ul style="list-style-type: none"> - Aspersión en suelo de aguas residuales domésticas, industriales y de producción tratadas - Vertimiento directo de aguas de producción tratadas en un (1) punto sobre el río Magdalena y en un (1) punto en río Carare de aguas provenientes de actividades en YC. CAUDAL MÁXIMO DE VERTIMIENTO: Río Magdalena 468 L/s y río Carare 22,3 L/s. - Entrega a terceros debidamente licenciados. - Sistema de tratamiento <i>in situ</i> (tratamiento primario, secundario y terciario a través de evaporación atmosférica, osmosis inversa o cristalización). - Recepción por otros campos de aguas compatibles con parámetros de calidad en sólidos y grasas. - Reinyección. (Información detallada en el FUN del Capítulo 7).
VERTIMIENTOS DE ACTIVIDADES DE YNC	<ul style="list-style-type: none"> - Aspersión en suelos de fluido de retorno tratado. - Entrega a terceros debidamente licenciados. - Sistema de tratamiento <i>in situ</i> (tratamiento primario, secundario y terciario a través de evaporación atmosférica, osmosis inversa o cristalización). - Recepción por otros campos de aguas compatibles con parámetros de calidad en sólidos y grasas. - Reinyección. (Información detallada en el FUN del Capítulo 7).
REINYECCIÓN / PILOTO INYECCIÓN PARA RECUBRO	Hasta 30 pozos reinyectores / inyectores (nuevos o reconvertir existentes). Caudal de reinyección según agua producida y de Flowback. Caudal de inyección de hasta 20.000 bbls/día en total. Reinyección de fluido de retorno y aguas de producción a la formación Esmeraldas.
ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA ANTES DE DISPOSICIÓN	Dos (2) ha con planta de tratamiento y almacenamiento antes de tratamiento (agua de flowback) y almacenamiento post tratamiento (agua tratada de flowback), en áreas continuas o separadas adaptadas a la topografía.
ZODAR	Campo de aspersión de área según diseño de riego aledaño a cada locación o facilidad, con un caudal de vertimiento entre 2 y 7 l/s dependiendo del tipo de suelo. (Información detallada en el FUN del Capítulo 7).
RIEGO EN VÍAS	Riego en vías de acceso no pavimentadas en un caudal de hasta 5 l/s de aguas residuales tratadas de YC durante las épocas de verano. Los balances de materia se presentarán en los respectivos PMA.
ZONAS DE PRÉSTAMO LATERAL	Zonas de préstamo lateral con longitudes máximas de 100 metros, altura máxima de talud de 2.0 m y ancho de 10 metros y separación entre zonas de préstamo mínimo de 10 m, a ser localizadas en áreas no inundables a cada lado de la vía.
OCUPACIONES DE CAUCE	Hasta 369 ocupaciones de cauce, para la construcción de vías e instalación de líneas de flujo (86 en vías nuevas y 283 en vías existentes). Autorizar una franja de 200 metros a cada lado del eje para elegir los sitios de cruce y en sectores homogéneos.
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Se solicita el aprovechamiento de hasta 17.665,04 m ³ de volumen total, correspondiente a las obras civiles de adecuación de vías existentes, construcción de vías nuevas, construcción de plataformas multipozo, facilidades de producción, líneas de flujo y de transmisión y ZODMES. (Información detallada en el Capítulo 7).
RESIDUOS SÓLIDOS	Entrega a terceros debidamente autorizados para el manejo y disposición final de los residuos.
RESIDUOS PELIGROSOS	(Información detallada en el Capítulo 7).

ACTIVIDADES	SOLICITUD
EMISIONES ATMOSFÉRICAS	Se solicita permiso de emisiones global para fuentes fijas, por cuanto los consumos globales de combustible de los equipos a emplear (de manera conjunta), superan el límite definido por el Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997 (información detallada en el Capítulo 7).

Fuente: Parex Resources Inc, 2016.

La secuencia de las actividades para el desarrollo del proyecto en el APE VMM-9, están divididas en tres etapas: Preoperativa, Operativa y Post-operativa (Tabla R-2).

Tabla R-2. Esquema de las etapas del proyecto exploratorio en el APE VMM-9

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PRE OPERATIVA	Información y comunicación	Información y comunicación	Esta actividad se refiere al acercamiento con las partes interesadas (comunidad y entidades municipales y regionales) para socializar el proyecto.
	Negociación de tierras y servidumbres	Negociación de tierras y servidumbres	Consiste en la negociación con los propietarios de los terrenos donde se construirán las vías, líneas de flujo, las locaciones y demás áreas requeridas por el proyecto.
	Contratación de mano de obra	Contratación de mano de obra	Una vez se cuente con los diseños del proyecto y se decida ejecutarlo se iniciará la contratación del personal calificado y no calificado necesario para llevar a cabo las labores constructivas del proyecto.
	Contratación de bienes y servicios	Contratación de bienes y servicios	El proyecto demandará bienes y servicios que serán adquiridos en el área de influencia del proyecto o en los sitios de donde se encuentre oferta.
OPERATIVA	Información y comunicación	Información y comunicación	Antes de iniciar cualquier actividad, se le informará y comunicará a la comunidad del área de la actividad, el desarrollo de la misma.
	Contratación de mano de obra	Contratación de mano de obra	Una vez definida la actividad, se contratará la mano de obra del sitio en donde se desarrollará, de acuerdo local, la Ley 136 de 1994, modificada mediante el Decreto 2089 del 17 de octubre de 2014 y teniendo en cuenta lo establecido en la Ley 1551 de 2012, la totalidad de la mano de obra no calificada que sea contratada para laborar en zonas petroleras debe ser habitante del municipio dando prioridad al área en la que se encuentre el proyecto de exploración y/o producción de hidrocarburos.
	Contratación de bienes y servicios	Contratación de bienes y servicios	El proyecto demandará bienes y servicios que serán adquiridos en el área del proyecto o en los sitios de donde se encuentre oferta.
	Movilización de equipos, materiales y personal	Movilización de equipos, materiales y personal	Para llevar a cabo las labores de construcción y adecuación de vías y locaciones, será necesario desplazar, hasta el sitio del proyecto, maquinaria, equipos y personal. Esta actividad se realizará en el área de influencia del proyecto, principalmente por vía terrestre.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Construcción de vías	Movimiento de tierras (descapote, cortes o relleno)	Los movimientos de tierra consisten en la conformación y nivelación de las áreas a intervenir mediante el uso de maquinaria y equipos.
	Adecuación de vías	Movimiento de tierras (descapote, cortes o relleno)	El descapote consiste en retirar de las áreas de construcción cualquier material orgánico o no adecuado para la instalación de las estructuras proyectadas. En esta etapa es removida toda la vegetación encontrada en las áreas de construcción, incluyendo arbustos y pastos.
	Construcción de locaciones	Movimiento de tierras (descapote, cortes o relleno)	Esto también incluye la remoción de la capa vegetal, raíces y cualquier material orgánico que pueda encontrarse en el horizonte orgánico o superficial del suelo.
	Construcción de piscinas para el almacenamiento de agua fresca	Movimiento de tierras (descapote, excavaciones)	Para rellenos se utilizará el material de corte que cumpla con las especificaciones, igualmente se podrá usar material de las zonas de préstamo lateral autorizadas y/o de fuentes de materiales que cuenten con licencia ambiental vigente.
	Captación de agua superficial	Captación de agua superficial para las actividades operativas	Para las diferentes actividades del proyecto, se requerirá la captación de agua superficial, para lo cual, se establecieron 15 posibles sitios en drenajes del área del proyecto, con una demanda de 5 L/s.
	Operación y mantenimiento de piscinas	Operación y mantenimiento de piscinas	Corresponden al espacio necesario para la construcción y excavación de piscinas para el almacenamiento y tratamiento de las aguas industriales y los cortes de perforación. El espacio considerado para esta área en el APE VMM-9 es de 0,8 ha, en cada plataforma de perforación, las cuales, tendrán una altura del orden de 2,5 m e impermeabilizadas con geomembrana, contarán con un sistema de drenaje de aguas lluvias y cunetas trapezoidales.
	Construcción y/o adecuación de vías	Cruces de cuerpos de agua	Se refiere a las obras civiles que se adecuarán o construirán en aquellas zonas en las cuales las vías y líneas de flujo se crucen con cuerpos de agua; estas obras estarán sujetas a permisos de ocupación de cauce y corresponden a: puentes, alcantarillas, Box Culvert y pontones.
	Disposición de material de excavación y sobrantes	Disposición de material de excavación y sobrantes	El material sobrante y escombros del mantenimiento, mejoramiento y construcción de las vías, líneas de flujo, construcción de localizaciones; y demás infraestructura para el proyecto que se presenten como resultado de las actividades constructivas se acopiará en zonas de disposición de material sobrante de excavación - ZODMES, estas zonas se ubicarán de acuerdo con la zonificación de manejo ambiental y los diseños del proyecto.
	Instalación de equipos e infraestructura asociada	Instalación de líneas de flujo para el transporte de agua o hidrocarburos	Se instalarán líneas aéreas y/o subterráneas hasta de 16" para el transporte de agua o fluidos necesarios para el desarrollo del proyecto; por lo tanto, esta actividad incluye, descapote, remoción de cobertura, apertura de zanjas para la tubería enterrada o instalación de la estructura para la tubería aérea, áreas para realización de trabajos de soldadura, reconformación del derecho de vía y revegetalización según limitaciones de operación.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Instalación de equipos e infraestructura asociada	Instalación de líneas de transmisión eléctrica	<p>Para la ejecución del proyecto se tiene previsto la instalación de hasta 211,3 km de líneas de transmisión eléctrica de baja tensión (tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V) y/o media tensión (tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV) en un derecho de vía de hasta 15 m de ancho.</p> <p>Las líneas serán aéreas o enterradas, paralelas a vías o a campo travesía, se instalarán de acuerdo con la distribución final de las plataformas multipozo y las facilidades de producción, teniendo en cuenta la zonificación de manejo ambiental aprobada para el proyecto. Las subestaciones que requiera el proyecto se instalarán en áreas que por zonificación de manejo permitan la construcción de actividades puntuales.</p>
		Instalación de campamentos	<p>Un campamento tipo cuenta con: servicio de casino, lavandería, enfermería, cuarto de comunicaciones, bodegas, alojamientos, oficinas, planta purificadora de agua, planta de generación eléctrica y planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y patio de maniobras.</p>
	Perforación	Operación del taladro incluye revestimiento y completamiento de pozos	<p>La perforación de pozos exploratorios se realizará de forma convencional, taladrando un hueco de dimensiones variables de acuerdo con las condiciones de las formaciones geológicas de interés. La perforación tendrá lugar en etapas, de tal manera que el tamaño del pozo en la parte superior es más ancho y en las partes inferiores cada vez más angosto, dando de esta manera estabilidad además de evitar derrumbes dentro del hueco; en esta actividad son utilizadas brocas y tubería de menor tamaño en cada sección. A medida que se profundiza en el hueco, éste es revestido con tubo de acero al carbón soportado con cemento alrededor (entre el espacio anular, dejado por el mismo revestimiento y las formaciones aledañas). La función del revestimiento es mantener estables las paredes del pozo, evitando su derrumbe y aislando los diferentes estratos perforados. En los pozos se hará cañoneo para permitir el ingreso de los hidrocarburos al tubo conductor interior.</p> <p>Durante la perforación es fundamental la circulación permanente de lodo de perforación, el lodo brindará consistencia a las paredes del pozo, enfriará la broca y ayudará a llevar a superficie el material triturado por la broca.</p> <p>El equipo de perforación dispone además de maquinaria adicional, como una grúa telescópica para las labores de manejo de cargas y tuberías en tierra, y un cargador para movimiento de materiales.</p> <p>El equipo de perforación está conformado por un conjunto de estructuras, equipos, motores, bombas, herramientas, tanques, líneas (tuberías), generadores eléctricos y tuberías, ensamblados de forma adecuada para lograr perforar pozos a las profundidades necesarias y localizar los horizontes productores de hidrocarburos.</p>

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Perforación	Operación del taladro incluye revestimiento y completamiento de pozos	La cementación es la operación mediante la cual se bombea una lechada de cemento a través de la tubería de revestimiento para adherir a esta misma tubería a las paredes del pozo (formación) y formar un aislamiento adicional. Una vez se ha llegado a la profundidad a la que según el diseño se debe colocar el revestimiento, se procede a sacar la tubería de perforación para luego bajar la tubería de revestimiento, la tubería de revestimiento se asienta en el fondo del hueco a la profundidad que se lleva hasta ese momento.
	Pruebas de producción	Pruebas cortas de producción	Concluida la perforación y terminación del pozo, se realizará una prueba inicial de producción. La prueba podrá tener una duración máxima de hasta 45 días de producción de fluidos mientras se logran condiciones estables de flujo, sin perjuicio de los tiempos requeridos para toma de muestras, registros de presión y acondicionamiento del pozo ¹ . La ejecución de esta actividad incluye la instalación de equipos para las pruebas, tanques de almacenamiento del fluido producido, separadores de fluidos, caseta de operadores y laboratorio y posiblemente el transporte del fluido en carrotanques.
		Pruebas de producción extensas	Periodo de producción posterior a la prueba inicial que tiene por finalidad obtener información adicional del yacimiento, para definir la comercialidad o no del campo. Las pruebas tendrán una duración máxima de dos (2) años, prorrogables en función de su alcance. La ejecución de esta actividad incluye la instalación de equipos para las pruebas, tanques de almacenamiento del fluido producido, separadores de fluidos, compresores, caseta, tea para el quemado de gases.
	Pruebas de mantenimiento de presión e incremento de recobro	Inyección de agua	Las pruebas de mantenimiento de presión corresponden a la actividad de inyección de agua del recurso, para incrementar el recobro de hidrocarburos; se harán pruebas piloto de recobro en los diferentes prospectos del área que por sus características sea pertinente. La ejecución de esta actividad incluye la instalación de tanques de almacenamiento de agua, equipos de tratamiento de agua, equipos de bombeo y control de la actividad de inyección.
	Manejo y disposición de residuos sólidos		Durante la ejecución del proyecto exploratorio se generarán residuos convencionales u ordinarios y residuos peligrosos. Los residuos peligrosos generados corresponden a cortes de perforación base aceite, lodos de perforación base aceite, residuos impregnados con hidrocarburos, lubricantes o aceites, residuos con contenidos de NORM por encima del nivel aceptable (debido al fluido de retorno en YNC y a los registros de pozos), residuos biológicos, residuos de aparatos electrónicos (RAEES), luminarias, cartuchos de impresoras.

¹ Resolución 90341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía, por la cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Manejo y disposición de residuos sólidos		Entre los residuos ordinarios se tienen residuos orgánicos y residuos reciclables entre otros. El manejo y disposición de estos residuos se realizará siguiendo los lineamientos normativos y corporativos y las áreas de almacenamiento estarán en las áreas de las locaciones desde donde serán trasladados a los centros de manejo y disposición final de terceros autorizados.
	Tratamiento y disposición de residuos líquidos	Tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas e industriales	Durante la ejecución de las actividades exploratorias se generarán aguas residuales de dos tipos: i) domésticas, debido a la operación de campamentos, baterías sanitarias y casino y ii) aguas industriales como resultado de las actividades exploratorias tales como perforación, aguas de producción, mantenimiento de equipos, entre otras actividades. Estas aguas residuales generadas recibirán un tratamiento que garantice el cumplimiento normativo y deberán ser dispuestas a través de vertimiento en cuerpo de agua superficial, vertimiento en suelo a través de riego por aspersión u otras alternativas que se identifiquen como viables de acuerdo con las características de la zona y la zonificación y bajo cumplimiento del marco normativo aplicable. Las aguas residuales domésticas se tratarán en sistemas de tratamiento secundario biológico tipo Redfox. Las aguas residuales industriales de perforación se tratarán mediante coagulación o tratamiento químico. Las aguas de producción recibirán tratamiento primario o de acondicionamiento si es para reinyección o avanzado si es para riego, aspersión o vertimiento directo en cuerpos de agua.
		Reinyección	La reinyección es la actividad mediante la cual las aguas de producción, incluida el agua de retorno de estimulación resultante de la exploración, se emplean para a) recobro secundario o b) disposición final, en la formación productora o en una diferente.
POS OPERATIVA	Información y comunicación		Una vez finalizadas las actividades exploratorias, se informará a la comunidad y autoridades locales las actividades asociadas al abandono del área por parte del proyecto.
	Contratación de mano de obra		Se contratará al personal necesario para todas las actividades de la fase pos operativa.
	Contratación de bienes y servicios		Se contratarán los bienes y servicios necesarios para esta fase.
	Desmantelamiento y movilización		Finalizadas las actividades se procederá a desmantelar las instalaciones temporales de apoyo (campamento, almacén de materiales y caseta de recolección de residuos) y la clausura de los sistemas de disposición de aguas residuales domésticas, así como la recolección y limpieza de sobrantes y residuos de materiales sobrantes de construcción o equipos y materiales de las operaciones.
	Abandono de pozos		Es el taponamiento y cierre técnico de un pozo.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
POS OPERATIVA			<p>Cuando se haya perforado un pozo que resulte seco o que haya de abandonarse definitivamente, será taponado y desmantelado, en cuyo caso, previa la realización de estas actividades, se debe actualizar y obtener aprobación del Ministerio de Minas y Energía o quien haga sus veces en materia de fiscalización, del programa de abandono.</p> <p>Los trabajos necesarios para el taponamiento tendrán como objetivo el aislamiento definitivo y conveniente de las formaciones atravesadas que contengan petróleo, gas o agua, de tal manera que se eviten invasiones de fluidos o manifestaciones de hidrocarburos en superficie.</p>
	Restauración ambiental del área intervenida	Reconformación de áreas	<p>Incluye las actividades de reconformación de áreas (obras de geotecnia) y revegetalización de las áreas intervenidas. El objetivo principal de la reconformación es ejecutar medidas conducentes a la recuperación de las áreas afectadas por la construcción, con el fin de procurar obtener las condiciones iniciales de la zona o la adecuación para los usos posteriores. Se construirán todas las obras de geotecnia que sean necesarias para garantizar que no se generen procesos erosivos, ni fenómenos de remoción en masa, igualmente se adecuaran los drenajes para asegurar un adecuado manejo de escorrentía.</p>
	Disposición final de escombros y residuos	Revegetalización	<p>La revegetalización del área se realizará de acuerdo con el tipo de suelo, condiciones ambientales, pendiente y estabilidad y uso posterior del terreno.</p>
		Disposición final de escombros y residuos	<p>Los residuos del desmantelamiento y cese de operaciones en el APE VMM-9 incluirán residuos convencionales, especiales y peligrosos, los cuales deberán ser entregados a gestores autorizados por la Autoridad Ambiental Competente. Los escombros y sobrantes de reconformación de áreas se llevarán a los ZODMES.</p>

Fuente: Parex Resources Inc., 2016.

Para el caso específico de las actividades de estimulación hidráulica se identifican las siguientes etapas (Tabla R-3):

Tabla R-3. Actividades y subactividades definidas para la estimulación hidráulica en el APE VMM-9

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Información y Comunicación		<p>Esta actividad se refiere al acercamiento con las partes interesadas (Comunidad y entidades municipales y regionales) para socializar la actividad de estimulación hidráulica.</p>
	Estimulación hidráulica ²	Captación de agua	<p>Para la actividad de estimulación hidráulica, se captará en los sitios autorizados para tal fin, en los ríos Magdalena y Carare, en un caudal de 50 L/s.</p>

² Esta actividad se evaluará por aparte en una matriz independiente, por considerarse la actividad que constituye la diferencia entre Yacimientos Convencionales y No Convencionales y la cual conlleva la evaluación de diversas subactividades.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Estimulación hidráulica ³	Operación de equipos	Para la estimulación hidráulica se utilizarán diferentes bombas de fractura, unidades de fracturación, generadores, camiones, volquetas de arena, que son equipos que se utilizarán exclusivamente para esta actividad.
		Transporte de agua	Se estima que hasta 47.000 barriles de agua se requerirán para la estimulación hidráulica de un pozo en yacimientos no convencionales con hasta 30 etapas de estimulación, la cual se transportará por medio de carrotanques o líneas de conducción.
		Inyección de fluido de estimulación	Tratamiento a la formación productiva de un pozo a través del uso de agua, con el objetivo de mejorar su productividad. Esta estimulación se realiza a través del bombeo de un fluido de estimulación hidráulica a alta presión por el hueco del pozo, con el fin de inducir fracturas en la roca ⁴ . En los pozos en YNC se realizará perforación y posteriormente se cañoneará por etapas para realizar la estimulación hidráulica, en los yacimientos de baja permeabilidad.
		Tratamiento y disposición de agua de retorno (Flowback)	Como resultado del proceso de estimulación hidráulica se generará un fluido de retorno estimado en un 40% del fluido de estimulación, el cual deberá contar con un tratamiento diferente al de las aguas residuales generadas, debido a sus características, ya que posiblemente este fluido tenga contenido de material radioactivo, altas concentraciones de sólidos disueltos, así como concentraciones de los aditivos utilizados para la estimulación hidráulica. Este fluido de retorno deberá contar con un sistema de tratamiento o acondicionamiento para reinyección y avanzado (terciario) para disposición sobre suelo. De acuerdo con las características del fluido se dispondrá de tratamiento primario, coagulación, y tratamiento terciario como osmosis inversa, evaporación o cristalización, de forma que se logre el cumplimiento de las características para ser dispuesto por aspersión. En la medida de lo posible se reusará en otras etapas de estimulación o en otros pozos a estimular.
	Pruebas de producción	Pruebas iniciales de producción	Concluida la perforación y terminación del pozo, se realizará una prueba inicial de producción. La prueba podrá tener una duración máxima de hasta 45 días de producción de fluidos mientras se logran condiciones estables de flujo, sin perjuicio de los tiempos requeridos para toma de muestras, registros de presión y acondicionamiento del pozo ⁵ . La ejecución de esta actividad incluye la instalación de equipos para las pruebas, tanques de almacenamiento del fluido producido, separadores de fluidos, caseta de operadores y laboratorio y posiblemente el transporte del fluido en carrotanques.

³ Esta actividad se evaluará por aparte en una matriz independiente, por considerarse la actividad que constituye la diferencia entre Yacimientos Convencionales y No Convencionales y la cual conlleva la evaluación de diversas subactividades.

⁴ Anexo 3. Términos de Referencia y requerimientos complementarios para el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para la actividad de exploración de hidrocarburos en Yacimientos No Convencionales.

⁵ Resolución 90341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía, por la cual se establecen requerimientos técnicos y procedimientos para la exploración y explotación de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVA	Pruebas de producción	Pruebas de producción piloto	<p>En caso de que la prueba inicial de producción señale que el pozo perforado resultó en un pozo productor. La prueba tendrá una duración máxima de dos (2) años, prorrogables de acuerdo con los compromisos contractuales pactados o a razones técnicas justificables.</p> <p>Durante el período comprendido entre la terminación de la prueba inicial de producción y la autorización para inicio de la prueba piloto, el pozo o arreglo de pozos se mantendrá en producción con el fin de evitar la interferencia en la evaluación del yacimiento. La ejecución de esta actividad incluye la instalación de equipos para las pruebas, tanques de almacenamiento del fluido producido, separadores de fluidos, caseta, tea para el manejo seguro y disposición de gas si este se presenta y manejo de agua de retorno.</p>

Fuente: Parex Resources Inc., 2016.

Este documento será el instrumento para la ejecución de las actividades de perforación exploratoria de pozos convencionales y no convencionales en el APE VMM-9. En este sentido, el alcance involucra:

- Describir las tecnologías, procesos y procedimientos asociados a la perforación exploratoria en yacimientos convencionales y no convencionales.
- Describir las características abióticas, bióticas y socioeconómicas del área de influencia a partir de información secundaria y primaria recopilada en campo por cada uno de los componentes que intervienen en el estudio.
- Racionalizar el uso de los recursos naturales.
- Dimensionar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos producidos por el proyecto.
- Proponer soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados, mediante el establecimiento de medidas de manejo.

Incluir la participación de las comunidades involucradas, mediante procesos de información y discusión de los impactos generados por el proyecto y las medidas propuestas.

3. LOCALIZACIÓN

El Bloque Valle Medio del Magdalena 9 (VMM-9), se encuentra localizado en la cuenca del valle medio del Magdalena, en jurisdicción del municipio de Cimitarra, departamento de Santander. De acuerdo con el contrato de Exploración y Producción de Hidrocarburos No. 17 de la ANH el bloque tiene un área de 61679 ha con 1444 m². En la Tabla R-4 se presentan las coordenadas del polígono del bloque exploratorio VMM 9.

Tabla R-4. Coordenadas de los vértices del bloque VMM-9

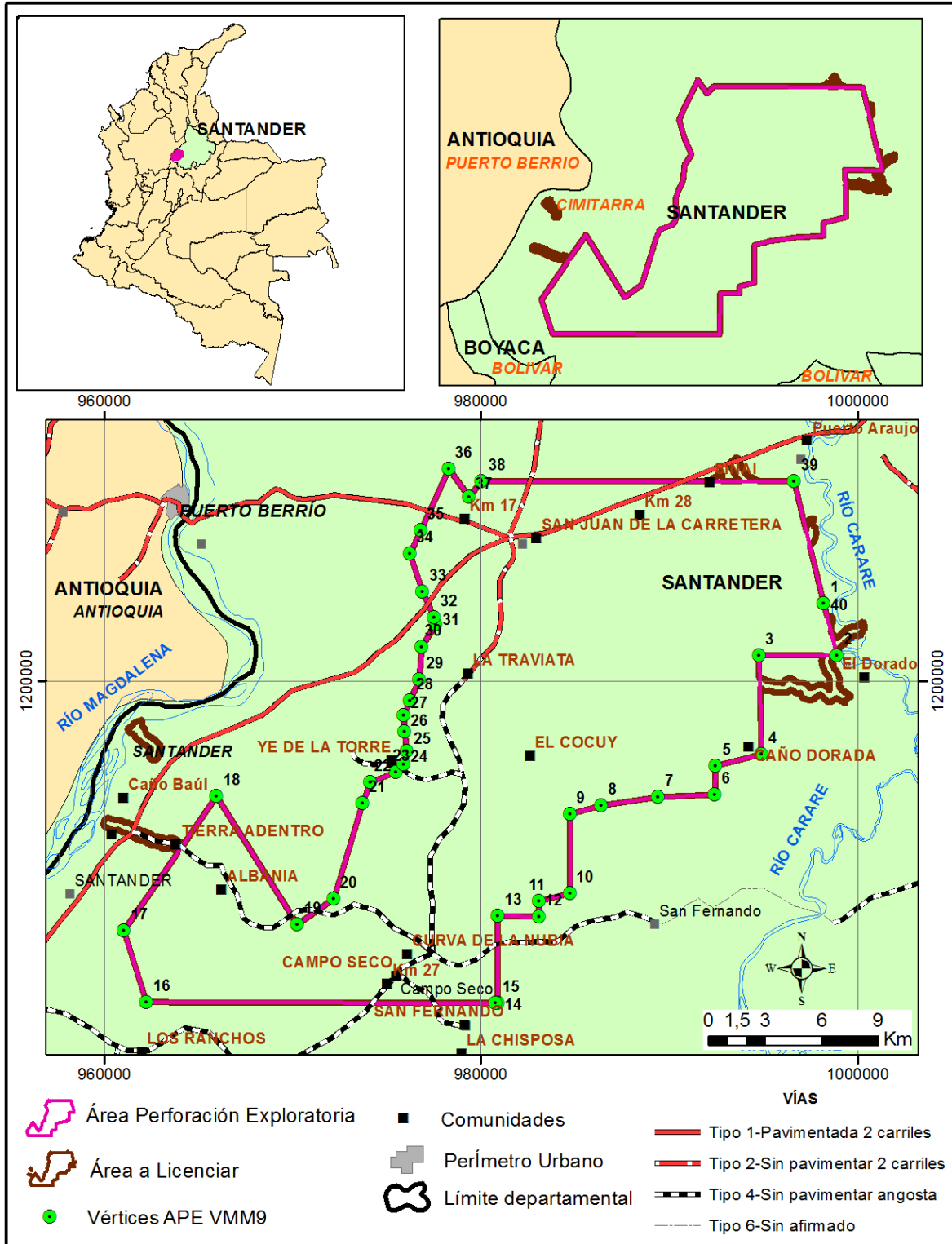
VÉRTICE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
0	999356,64	1210557,775	-74,083324	6,50024
1	999355,58	1201309,634	-74,083333	6,416613
2	994746,13	1201309,873	-74,125	6,416613
3	994745,28	1192094,206	-74,125	6,33328
4	985524,89	1192095,789	-74,208333	6,33328

VÉRTICE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
5	985523,73	1187487,956	-74,208333	6,291613
6	980913,16	1187489,294	-74,25	6,291613
7	980911,61	1182887,348	-74,25	6,25
8	962467,82	1182890,425	-74,416666	6,249947
9	962235,09	1182890,584	-74,418769	6,249947
10	961070,45	1186740,019	-74,429316	6,284748
11	965970,85	1193873,258	-74,38507	6,349278
12	970265,08	1187049,168	-74,346226	6,287593
13	972181,6	1188397,703	-74,328912	6,299796
14	973430,59	1192566,382	-74,317642	6,337496
15	974278,78	1195397,353	-74,309988	6,363099
16	975519,79	1198950,612	-74,298785	6,395234
17	973381,26	1206185,628	-74,318146	6,460648
18	971794,86	1209867,376	-74,332503	6,493933
19	975267,25	1215269,144	-74,301132	6,542793
20	979361,75	1209757,969	-74,264093	6,492974
21	980035,29	1210554,816	-74,258006	6,500181
22	980920,92	1210554,951	-74,249999	6,500185

Fuente: Contrato # 17 ANH- Parex Resources Inc.

El Área de Perforación Exploratoria VMM-9, en adelante APE VMM-9, es más pequeña del bloque y es la sujeta a licenciamiento; se localiza en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander -CAS y en el municipio de Cimitarra (Departamento de Santander), en las veredas Campo Seco, Caime, Caño Baúl, Ye de la Torre, El Águila, La Chisposa, San Fernando, San Juan y Tierradentro. Su extensión total es de 51.940,15 ha. En la Figura R-1 se presenta la localización general del APE VMM-9 y en la Tabla R-5 sus coordenadas.

Figura R-1. Localización general del APE VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

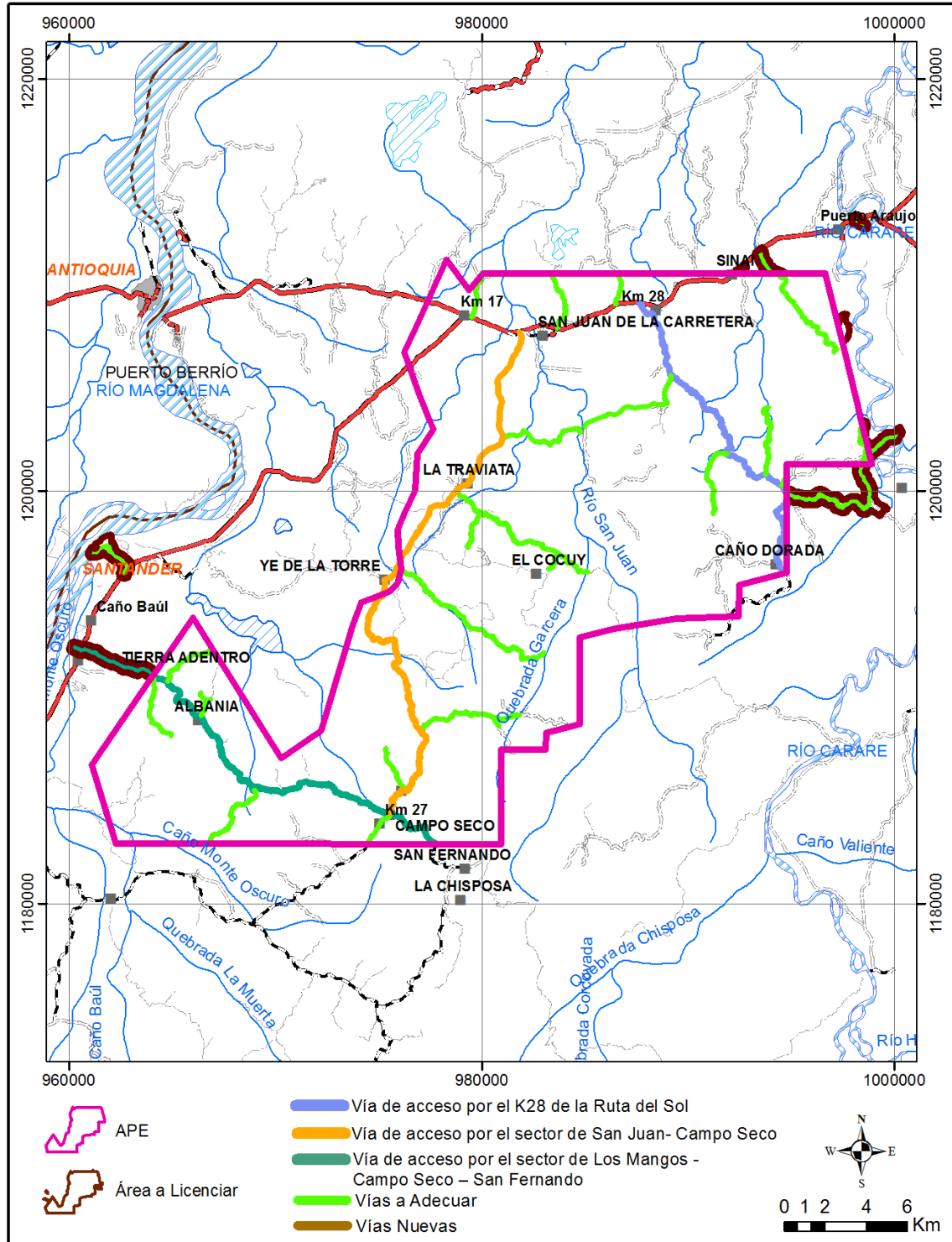
Tabla R-5. Coordenadas de los vértices del APE VMM-9

VÉRTICE	ESTE	NORTE	VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	998201,957	1204105,09	21	973705,64	1193484,4
2	998882,66	1201309,66	22	974149,954	1194601,92
3	994746,13	1201309,87	23	975498,769	1195121,74
4	994745,648	1196050,3	24	975916,345	1195554,71
5	992446,79	1195452,46	25	976084,9	1196244,73
6	992409,77	1193949,98	26	975932,26	1197294,39
7	989414,66	1193825,27	27	975916,385	1198147,67
8	986402,49	1193348,41	28	976220,656	1198919,2
9	984719,92	1192913,21	29	976736,595	1200030,45
10	984724,243	1188717,98	30	976856,98	1201792,58
11	983093,262	1188282,53	31	977616,914	1202996,97
12	983080,545	1187478,95	32	977499,919	1203334,84
13	980913,16	1187489,29	33	976909,76	1204726,68
14	980911,61	1182887,35	34	976217,34	1206733,22
15	980779,127	1182887,54	35	976795,66	1207957,59
16	962245,27	1182913,49	36	978278,54	1211230,31
17	961070,45	1186740,02	37	979361,75	1209757,97
18	965970,85	1193873,26	38	980035,29	1210554,82
19	970265,08	1187049,17	39	996630,79	1210557,36
20	972181,6	1188397,7	40	998201,957	1204105,09

Fuente: Parex Resources Inc, 2017.

El área objeto de licenciamiento también incluye la vía de acceso a la Ruta del Sol, el punto de concesión de agua en el río Magdalena (costado sur occidental del APE), tres (3) vías de acceso a tres (3) puntos de concesión de agua sobre el río Carare (costado oriental del APE) y la vía de acceso que se desprende de la Ruta del Sol hacia el APE por su costado norte, como se muestra en la Figura R-2.

Figura R-2. Localización de las zonas objeto de licenciamiento ambiental (APE y vías de acceso a los puntos de concesión de agua superficial)



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

4. COSTOS DEL PROYECTO

En la Tabla R-6 se presenta el valor total estimado para la construcción, perforación y estimulación del proyecto de perforación exploratoria, según lo presupuestado para la ANH.

Tabla R-6. Costos estimados del proyecto en dólares

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL	VALOR POZO EQUI	%COSTO REF. PAREX PROGRAMA EXPL. ADICIONAL	OBSERVACIONES
Programa mínimo exploratorio contrato ANH (YNC)	2	26.000.000	13.000.000	93	Costos incluyen construcciones y adecuaciones.
Programa mínimo exploratorio contrato ANH (YNC)	8	104.000.000	13.000.000	93	
Programa adicional contrato ANH (YNC)	3	42.000.000	14.000.000	100%	
Pozos exploratorios en yacimientos convencionales	107	823.900.000	7.700.000	55%	
Total pozos	120	995.900.000	8.299.167	59%	

Fuente: Parex Resources Inc., 2016.

Los costos que se presentan son estimados y pueden incrementar o disminuir significativamente dependiendo de factores intrínsecos al proyecto como el diseño definitivo del pozo, dificultades operacionales, tiempo de la perforación o por factores ajenos como condiciones climáticas, orden público, y condiciones de mercado, entre otros.

De otro lado, los costos de la ejecución de las acciones de manejo ambiental tienen un valor aproximado de \$8.113.396.880 pesos colombiano, y las acciones de seguimiento \$461.100.000.

5. CRONOGRAMA 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 VMM-9, 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 que las formaciones de interés exploratorio, por lo que las operaciones de perforación pueden durar entre 90 y 120 días calendario. Aunque es de aclarar que, para el caso de los pozos a ser perforados en una misma plataforma, disminuirá el tiempo de la obra civil, en la medida que se reducen las obras civiles requeridas.

El proyecto comenzará una vez sean obtenidos todos los permisos ambientales; de esta forma, se dará inicio al proyecto el cual se compone básicamente de tres etapas, las cuales se describen a continuación y cuya secuencia de ejecución se detalla en la Tabla R-7.

Tabla R-7. Cronograma para construcción operación y abandono de un pozo de hidrocarburos

ACTIVIDADES	PERÍODO					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
PLANEACIÓN						
Gestión social comunitaria y autoridades						
Contratación e inducción de personal						
ADECUACIONES CIVILES						
Mantenimiento, mejoramiento de vías y/o construcción y/o adecuación de locaciones						
Movilización de Equipos hacia las locaciones						
PERFORACIÓN						
Montaje del equipo de perforación						
Perforación						
Registros eléctricos						
Estimulación hidráulica						
Pruebas cortas de producción (1 mes).						→
Instalación del cabezal del pozo						
DESMANTELAMIENTO -ABANDONO						
Levantamiento de la infraestructura						
Limpieza y restauración final del área						
PRUEBAS EXTENSAS DE PRODUCCIÓN						
Pruebas extensas (hasta 12 meses)						→
Construcción de facilidad y e instalaciones para el ajuste de la calidad del crudo						
Transporte en carrotanque						→
Construcción y operación de línea de flujo						→

Fuente: Parex Resources Inc., 2016.

En la Tabla R-8 se presenta el cronograma teórico general para desarrollar todos los trabajos propuestos durante el contrato de la ANH. Los desarrollos de las acciones de manejo se ejecutarán a la par de las diferentes actividades del proyecto, desde lo pre operativo hasta lo post operativo. Por ejemplo, inicialmente, se activarán todas las acciones sociales para comunicar a las autoridades y la comunidad, el inicio del proyecto, en el área particular donde se vaya a empezar una actividad; asimismo, al final del proyecto, durante el desmantelamiento y abandono, se ejecutarán las acciones encaminadas a la restauración del área intervenida.



Tabla R-8. Cronograma teórico para las actividades en el APE VMM-9 para YNC y YC

ACTIVIDAD	AÑO		1				2				3				4				5				6				7				8				9			
	Trimestre		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Preoperativa																																					
Adecuación vías																																						
Construcción vías																																						
Construcción plataformas																																						
Perforación pozos																																						
Estimulación hidráulica (1)																																						
Pruebas de producción																																						
Pruebas extensas o piloto																																						
Captación agua perforación																																						
Captación agua estimulación																																						
Perforación pozo agua																																						
Perforación pozos reinyección																																						
Líneas de flujo																																						
Reinyección																																						

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

6. ÁREA DE INFLUENCIA

La delimitación de las áreas de influencia definitivas para cada uno de los elementos, componentes o medio, estuvo asociada a los resultados de la evaluación de impacto ambiental, realizando un proceso iterativo que permitiera ajustar el área de influencia preliminar, de acuerdo a los valores otorgados al criterio de Extensión (fracción del medio o unidad mínima de análisis afectada por las actividades del proyecto) de la evaluación de los impactos, particularmente de aquellos impactos que se consideraron significativos. Para dicho análisis, y de acuerdo con la metodología de evaluación implementada y a la escala de importancia definida para los impactos del proyecto APE VMM-9, se consideró que los impactos significativos, correspondían a aquellos en donde la importancia se precisó como moderada, severa o crítica (valores inferiores a -40).

6.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO ABIÓTICO

Teniendo en cuenta que las afectaciones que se pueden presentar por el desarrollo del proyecto sobre los elementos que conforman los diferentes componentes del medio abiótico se consideraron No significativas (solo para el suelo se consideró Significativa), y que la Extensión de cada uno de los impactos se estableció, en la mayoría de los casos Puntual y en algunos Extensa, se realizó una superposición de áreas de influencia definitivas de cada componente, con el fin de obtener un Área de Influencia común del medio abiótico (Figura R-3). No obstante, se recalca que, para no perder el contexto de las diferentes unidades de análisis, la caracterización temática se realizó en extensiones diferentes de acuerdo con el componente; por ejemplo, en hidrología la caracterización se realizó en toda la cuenca, así esta se hubiese dividido por la definición del impacto.

6.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO BIÓTICO

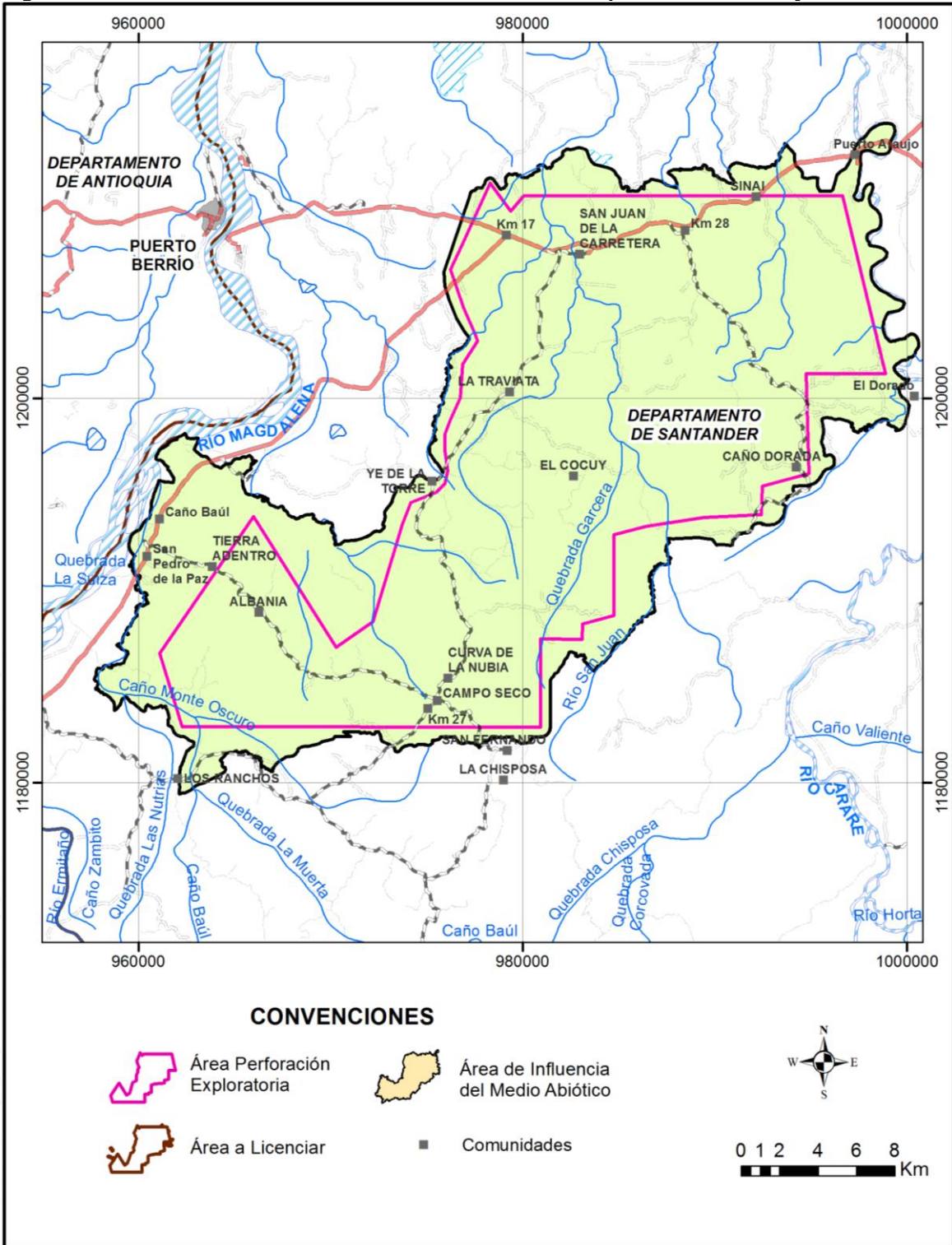
Con el fin de integrar las áreas de los diferentes componentes del medio biótico, se consideró que debido a que los impactos sobre los diferentes elementos del componente Ecosistema Terrestre pueden ser atribuibles varias actividades constructivas y operativas, y tener una mayor extensión e importancia, el área de influencia de este componente se estableció para todo el medio Biótico.

Las consideraciones técnicas para la definición del área de influencia definitiva del componente Ecosistemas Terrestres estuvieron relacionadas con los impactos significativos que se pueden generar por las diferentes actividades del proyecto en las unidades mínimas de análisis, ejecutadas principalmente en la etapa de adecuación y construcción. Estas actividades significan la afectación o el cambio en las coberturas y/o el uso y aprovechamiento de recursos naturales, con lo cual impactarán los elementos constitutivos de este componente, principalmente la flora y la relación de sus elementos ecosistémicos (fauna), los cuales se manifestarán de forma puntual, pero con una extensión que puede abarcar la unidad mínima de análisis (Figura R-4).

6.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEFINITIVA DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

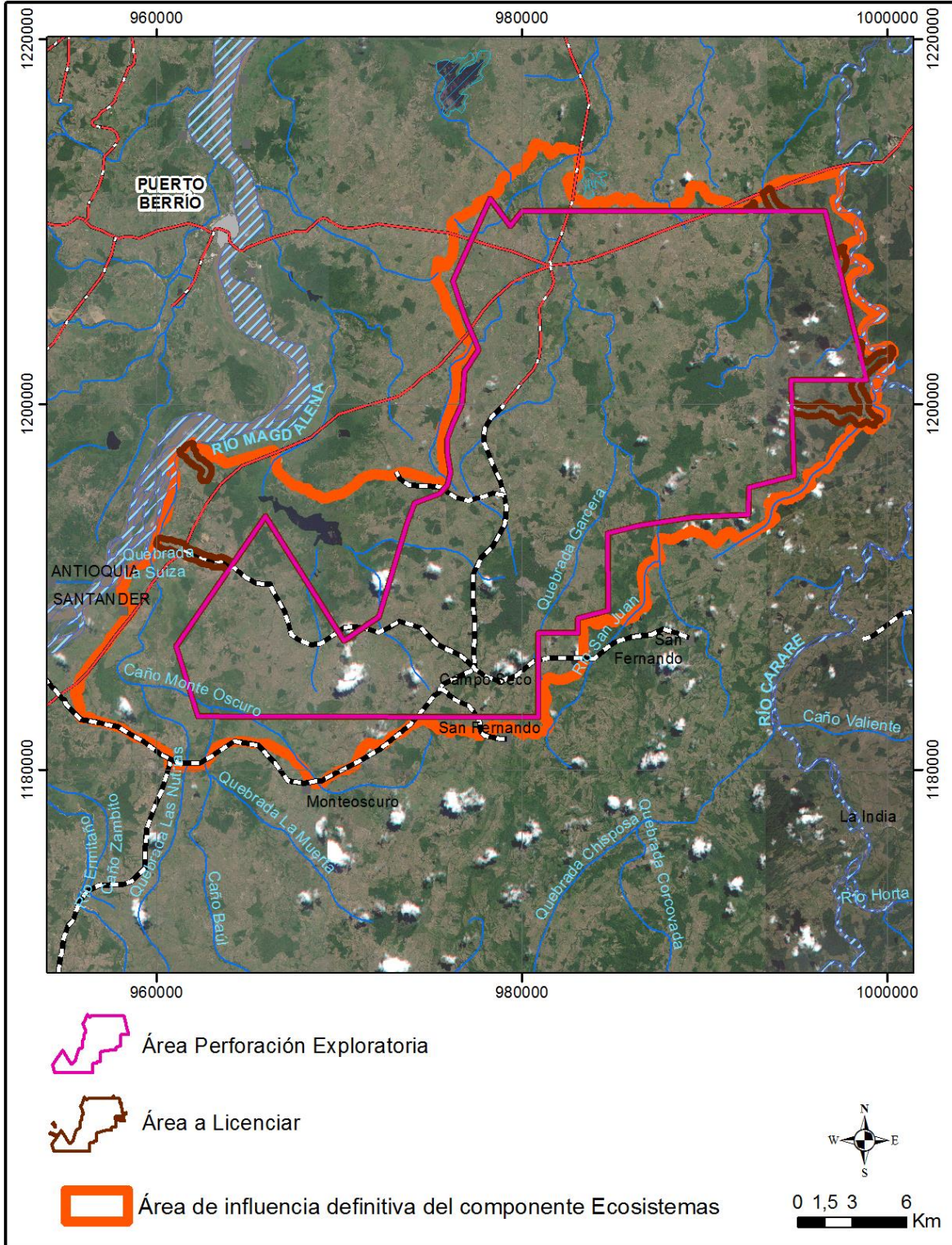
Para la definición del área de influencia para este medio, se hizo énfasis en la concepción territorial de las comunidades (Figura R-5) y no en los límites veredales concebido en el municipio. Éste es un mapa de referencia, en la medida en que no se encuentra dentro de los registros planeación municipal ni otra entidad pública; hace parte de la caracterización socioeconómica y cultural, obedeciendo exclusivamente a la metodología y objetivos propuestos para el Estudio de Impacto Ambiental.

Figura R-3 Área de Influencia definitiva del medio abiótico para el APE VMM-9 y área a licenciar



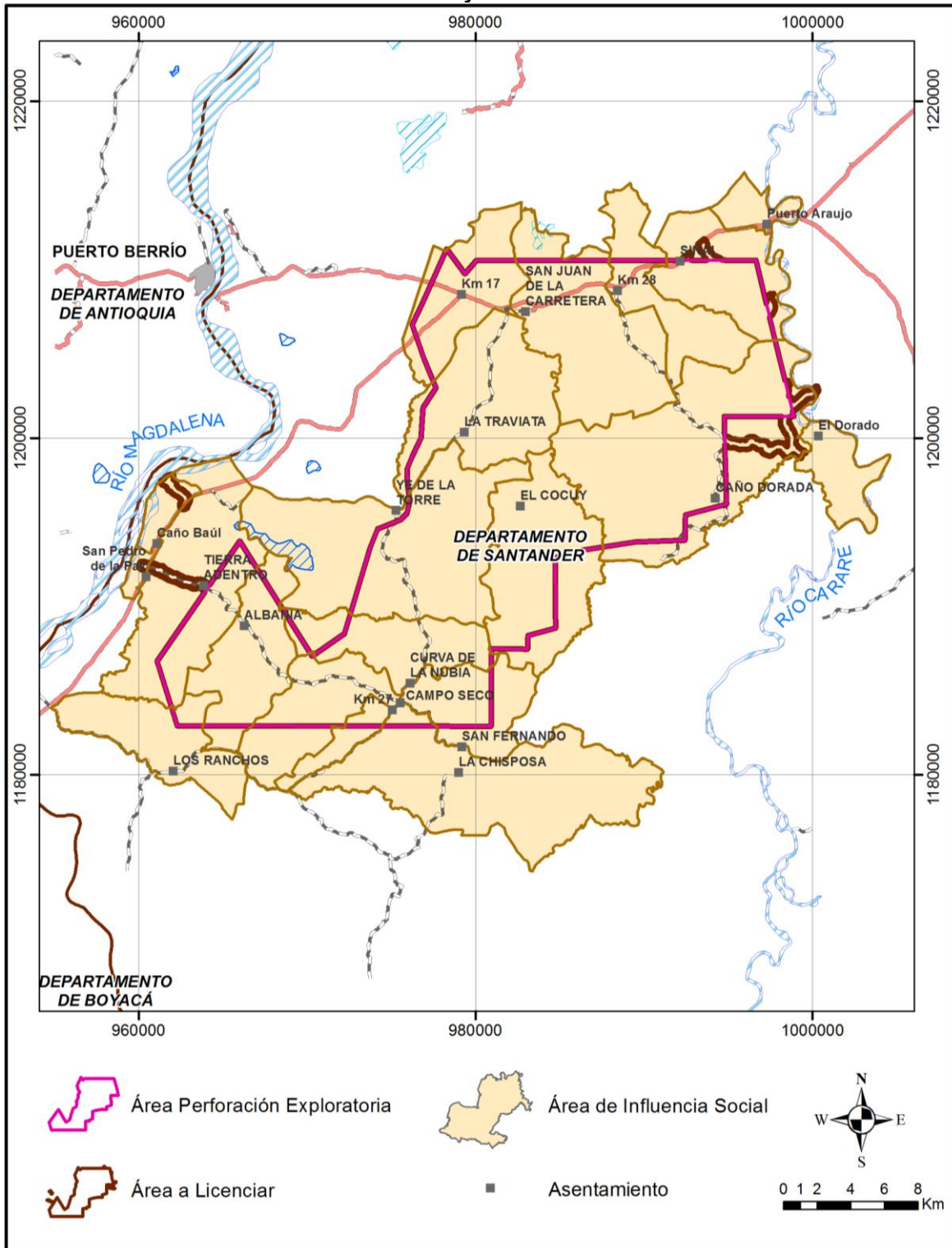
Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-4 Área de influencia definitiva del medio biótico para el APE VMM-9 y área a licenciar



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-5 Área de influencia social definitiva del componente socioeconómico y cultural del APE VMM-9 y área a licenciar



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

El análisis entregó un resultado de un área de influencia conformada por 20 comunidades, representadas por un número igual de Juntas de Acción Comunal. Cada una de ellas se circunscribe a una vereda de acuerdo al PBOT de Cimitarra (Tabla R-9).

Tabla R-9 Comunidades del área de influencia distribuidas en las veredas del PBOT municipal

VEREDA TIERRADENTRO	VEREDA CAMPO SECO	VEREDA EL ÁGUILA
<ul style="list-style-type: none"> - Albania - Tierra Adentro - San Pedro de la Paz - Caño Baúl 	De la vereda de Campo Seco: <ul style="list-style-type: none"> - Campo Seco - Curva de la Nubia 	De la vereda El Águila: <ul style="list-style-type: none"> - Puerto Araujo - (Los Lagos) Puerto Araujo - Sinaí - Km 28 - Caño Dorada
VEREDA YE DE LA TORRE	VEREDA CANIME	VEREDA SAN FERNANDO
De la vereda De la Torre: <ul style="list-style-type: none"> - Ye de la Torre - El Cocuy 	De la vereda Canime: <ul style="list-style-type: none"> - El Dorado 	De la vereda San Fernando: <ul style="list-style-type: none"> - San Fernando
VEREDA SAN JUAN	VEREDA LA CHISPOSA	VEREDA CAÑO BAÚL
De la vereda San Juan: <ul style="list-style-type: none"> - Km 17 - La Traviata - San Juan de la Carretera 	De la vereda La Chisposa: <ul style="list-style-type: none"> - La Chisposa - Km 27 (El Sol) 	De la vereda Caño Baúl: <ul style="list-style-type: none"> - Los Ranchos

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA



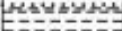

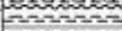

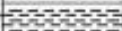









7.1 MEDIO ABIÓTICO

7.1.1 Geología

El área de influencia del APE VMM-9, pertenece a la cuenca del Valle Medio del Magdalena, la cual corresponde a una secuencia sedimentaria de tres fases, la primera depositada en ambientes continentales a marginales durante el Triásico y comienzos del Jurásico, la segunda en ambientes fluviales y litorales durante el Jurásico-Cretáceo, y la tercera identificada como la secuencia Cretáceo-Paleoceno, sedimentada en condiciones marinas.

La secuencia estratigráfica presente en la parte central de la cuenca del valle Medio del Magdalena inicia con el basamento ígneo metamórfico en su parte más basal, rellenándose con sedimentos hasta depositarse los más jóvenes. En la Figura R-6 se presenta la columna estratigráfica generalizada para la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

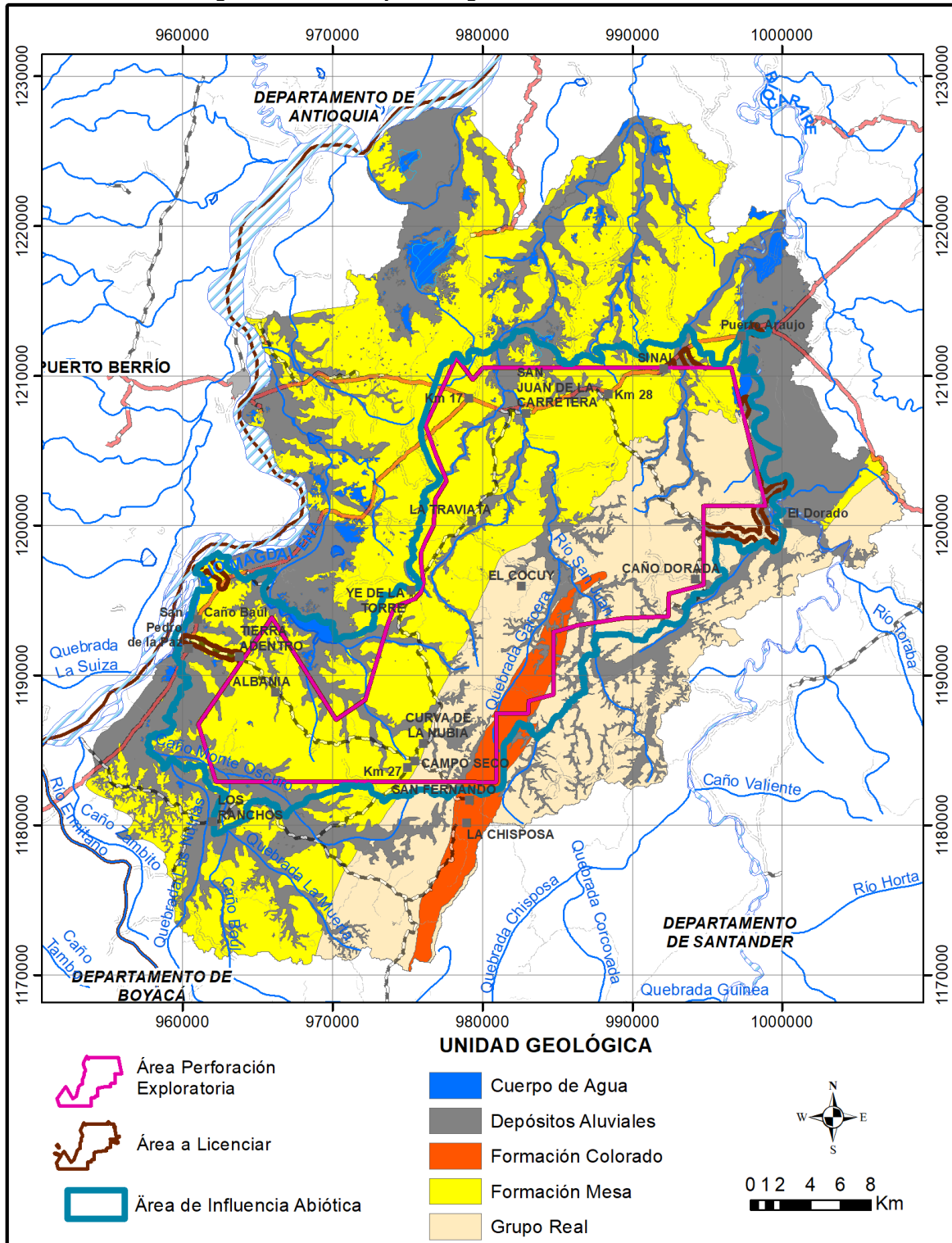
Figura R-6 Columna Estratigráfica Generalizada Cuenca VMM

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA				
CUENCA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA				
PERIODO	SERIE-EPOCA	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN
CUATERNARIO	PLEISTOCENO	DEPÓSITOS CUATERNARIOS		Gravas, arenas, areniscas y arcillas.
		FORMACIÓN MESA		Gravas, arenas y conglomerados. Espesor: 300 - 540m.
NEÓGENO	PLIOCENO			Discontinuidad estratigráfica (γ)
	MIOCENO	FORMACIÓN REAL		Areniscas, lodolitas y conglomerados. Espesor: 500 - 700m.
PALEÓGENO	OLIGOCENO	FORMACIÓN COLORADO		Lodolitas rojas y areniscas conglomeráticas. Espesor: 935 - 1250m.
		FORMACIÓN MUGROSA		Lodolitas y capas delgadas de areniscas. Espesor: 550 - 800m.
	EOCENO	FORMACIÓN ESMERALDA		Areniscas, lodolitas y capas delgadas de carbón. Espesor: 160 - 575m.
		FORMACIÓN LA PAZ		Areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada. Espesor: 240 - 800m.
	PALEOCENO	FORMACIÓN LISAMA		Lodolitas areniscas y capas delgadas de carbón. Espesor: 300 - 950m.
CRETÁCICO	SUPERIOR	FORMACIÓN UMBR		Lodolitas con concreciones ferruginosas y capas explorables de carbón. Espesor: 800 - 1400m.
		FORMACIÓN LA LUNA		Calizas, lodolitas calcáreas, concreciones calcáreas y rocas fosfáticas. Espesor: 290 - 630m.
	INFERIOR	FORMACIÓN SMITH		Lodolitas principalmente, areniscas y calizas en mayor proporción. Espesor: 250 - 660m.
		FORMACIÓN TABLAZO		Calizas y lodolitas calcáreas. Espesor: 240 - 325m.
		FORMACIÓN PALM		Lodolitas y areniscas. Espesor: 150 - 625m.
		FORMACIÓN ROSA BLANCA		Calizas, lodolitas y areniscas. Espesor: 280 - 450m.
	FORMACIÓN TAMBOR		Areniscas gris verdosas, cuarzosas, de grano fino, localmente lodosas, con intercalaciones de limolitas, arcillitas y lodolitas de color gris, negro y rojas, piritosas. Espesor: 25 - 100m.	
JURÁSICO		FORMACIÓN GRON		Areniscas y lodolitas gris amarillentas o pardo rojas, localmente niveles conglomeráticos, pardo rojos, masivos y lenticulares. Espesor: 3000 - 4500m.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS), 2010.

La geología del subsuelo para el APE VMM-9, se determinó con base a la información del modelo geológico estático para las áreas de interés (PAREX-2016), información de registros compuestos de pozo y líneas sísmicas disponibles para el área de influencia y a la información secundaria disponible (SGC y Estudios ambientales de la zona); las unidades se encuentran dispuestas de manera subhorizontal levemente inclinadas hacia el este. En el modelo geológico, presentado más adelante, se toma como basamento las unidades jurásicas, las formaciones objetivo son del cretácico hasta la inconformidad con el paleógeno y las formaciones Esmeralda y Mugrosa / La Paz se presentan como potenciales para la inyección de aguas de formación. Asimismo, posterior al trabajo de campo, se ajustó el mapa geológico a escala 1:25.000, con base en las observaciones y datos recopilados en campo, la información secundaria y la interpretación fotogeológica final del DEM con resolución de 12 m, disponible para el área de estudio; en la Figura R-7, se presenta el mapa geológico de superficie para el área de influencia del APE VMM-9.

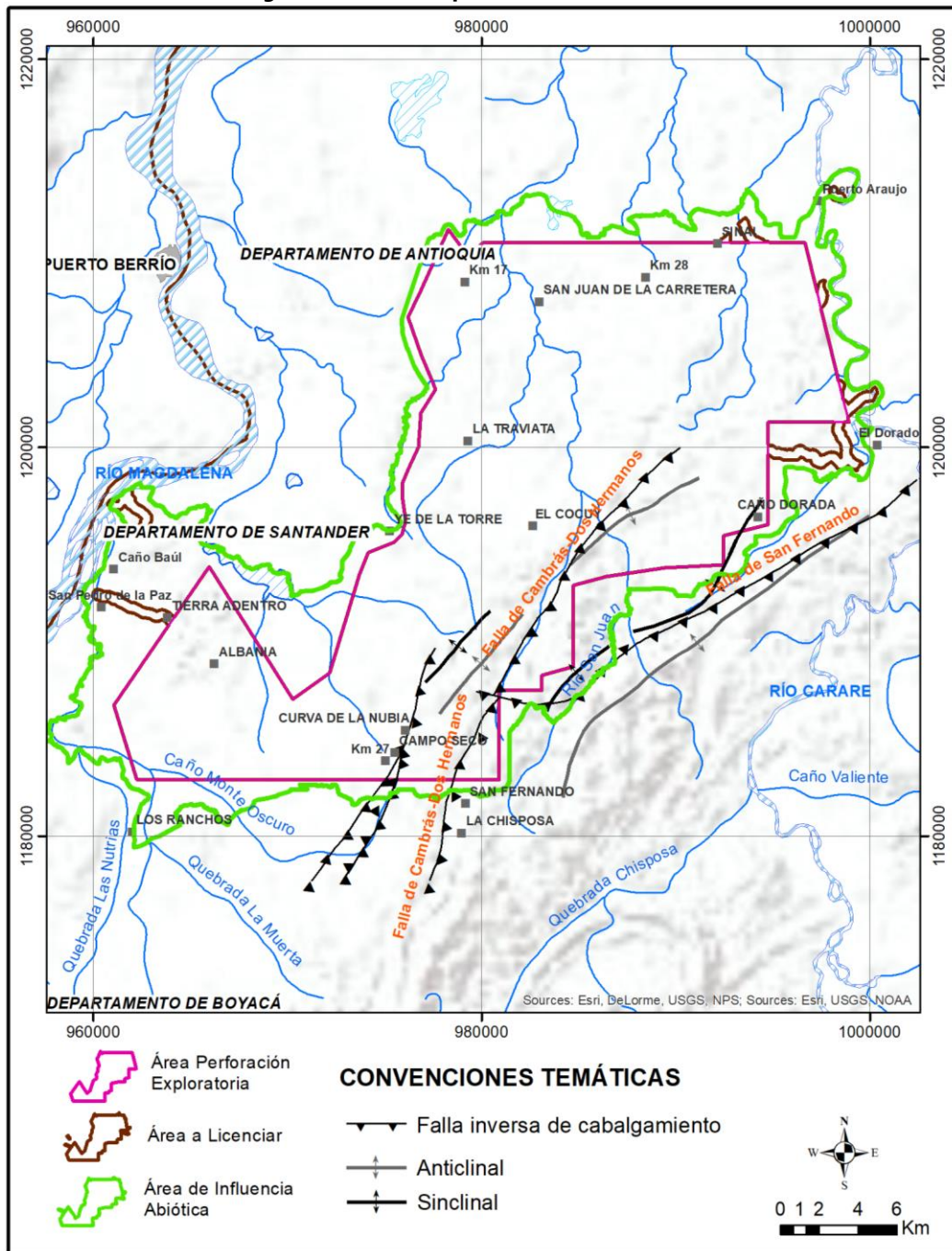
Figura R-7 Mapa Geológico Área Influencia APE VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

De otro lado, en la Figura R-8 se presenta el mapa estructural resultado de los análisis realizados para el área de influencia del APE VMM-9, se pueden observar las estructuras descritas al sur este, el sector occidental y norte del área de influencia no presentan estructuras asociadas y se considera la secuencia estratigráfica subparalela con vergencia al este, como se pueden observar en los cortes estratigráficos realizados en el modelo geológico.

Figura R-8 Mapa Estructural APE VMM-9

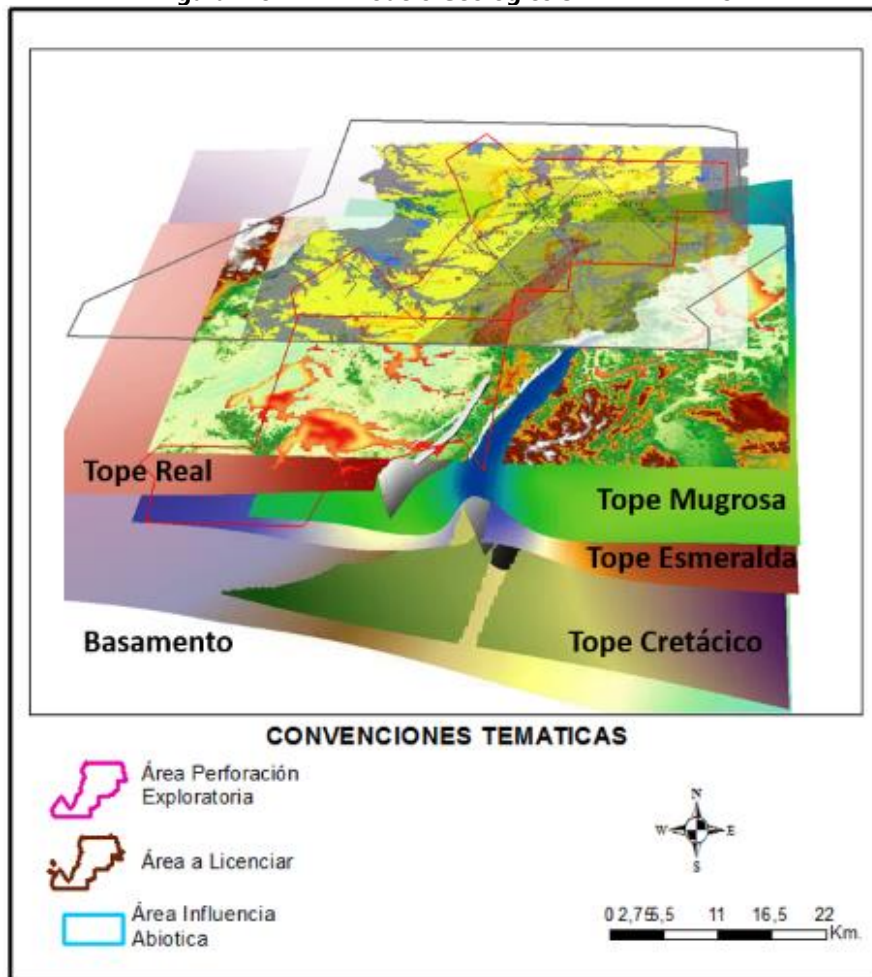


Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Las fallas encontradas en el área del proyecto corresponden al Sistema de Fallas de la Salina, la cual limita la provincia cordillerana del piedemonte occidental de la Cordillera Oriental. Corresponde a un sistema de cabalgamientos regionales con convergencia occidental, que pone en contacto rocas del Cretáceo Superior - Paleógeno con rocas del Mioceno – Oligoceno. De otro lado, la Falla Dos Hermanos (Cambrás) se presenta como la imbricación más occidental del sistema de pliegues y cabalgamientos del Piedemonte occidental de la Cordillera Oriental hacia este sector de la cuenca del VMM, coincide hacia el sur del área con el trazo de la Falla de Cambrás. Se trata de una estructura típicamente andina con vergencia oeste y el desarrollo de un extenso sinclinal de techo asociado a un “flat” o despegue en los sedimentos del Cretácico Inferior. La Falla San Fernando se encuentra asociada al sistema de fallas La Salina, se considera una extensión de la Falla Dos Hermanos en su extremo norte, presenta una dirección SWW – NEE, de acuerdo con el análisis de la línea sísmica CF-1977-07, es una falla de cabalgamiento con menor profundidad que Dos Hermanos, con despegue en la unidad cretácica Formación Rosablanca (Kir).

De acuerdo con los análisis realizados, en la Figura R-9, se puede observar el modelo geológico 3D estático para el APE VMM-9.

Figura R-9 Modelo Geológico 3D APE VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7.1.2 Geomorfología

En el área de influencia del APE VMM-9, se encuentran unidades de relieve diferenciables por su génesis: de Origen Estructural (procesos asociados a esfuerzos tectónicos), de Origen Denudacional (Procesos Erosivos) y de Origen Deposicional (erosión, transporte y acumulación). Todas las unidades y los procesos que las generaron se encuentran interrelacionados entre sí. Corresponden a geoformas asociadas a desgaste de masa influenciadas por erosión lineal y procesos denudativos propios de las lluvias que se presentan en la zona.

El ambiente fluvial comprende los depósitos construidos a partir de los sistemas de agradación resultante de la deposición de los sedimentos provenientes de los sistemas montañosos, que dan origen a geoformas por la sedimentación fluvial y coluvial, en la cual el agua es el agente de erosión, transporte y sedimentación. Dentro de este ambiente, la dinámica fluvial de los ríos Carare, San Juan y Magdalena juega un papel importante en el modelado y origen de las formas del terreno, donde alrededor de sus cauces se observan llanuras de inundación, en las cuales se forman bajos, cubetas que dan origen a ciénagas permanente, o en algunos casos están surcadas por cauces inactivos.

El ambiente denudacional se refiere a la meteorización de las masas de rocas y sedimentos expuestas al desgaste, por la acción combinada de las fuerzas de desplazamiento y de los agentes geomorfológicos (desprendimiento, transporte y depositación), con la consecuente remodelada y paulatina reducción de la superficie del terreno, dentro de este ambiente se enmarcan las geoformas de lomas y colinas, que en su forma actual son susceptibles a procesos erosivos superficiales.

En la zona se evidencian claramente tres ambientes morfogenéticos responsables de la construcción de las geoformas presentes (Región), un ambiente denudacional donde se han dado procesos de meteorización, erosión y fenómenos de remoción en masa, un ambiente Fluvial y lagunar asociado a la dinámica de los ríos y a los procesos de erosión y depositación, y un ambiente estructural donde actúan y han actuado las fuerzas de la dinámica interna de la tierra además de procesos exógenos.

Las unidades geomorfológicas se enmarcan principalmente dentro de un paisaje de lomerío donde predomina una morfología alomada de colinas y lomas, alternando con un paisaje de planicie aluvial en el sector occidental y oriental, con sectores deprimidos conformados por los planos inundables de los ríos Carare y Magdalena y una zona de topografía más alta al sur oriente de la zona de estudio, relacionada al ambiente estructural dominado por las Fallas inversas de Dos Hermanos y San Antonio, en la Tabla R-10, se presenta un resumen de las unidades geomorfológicas presentes en el APE VMM-9 y en la Figura R-10 se presenta el mapa geomorfológico para el área de influencia.

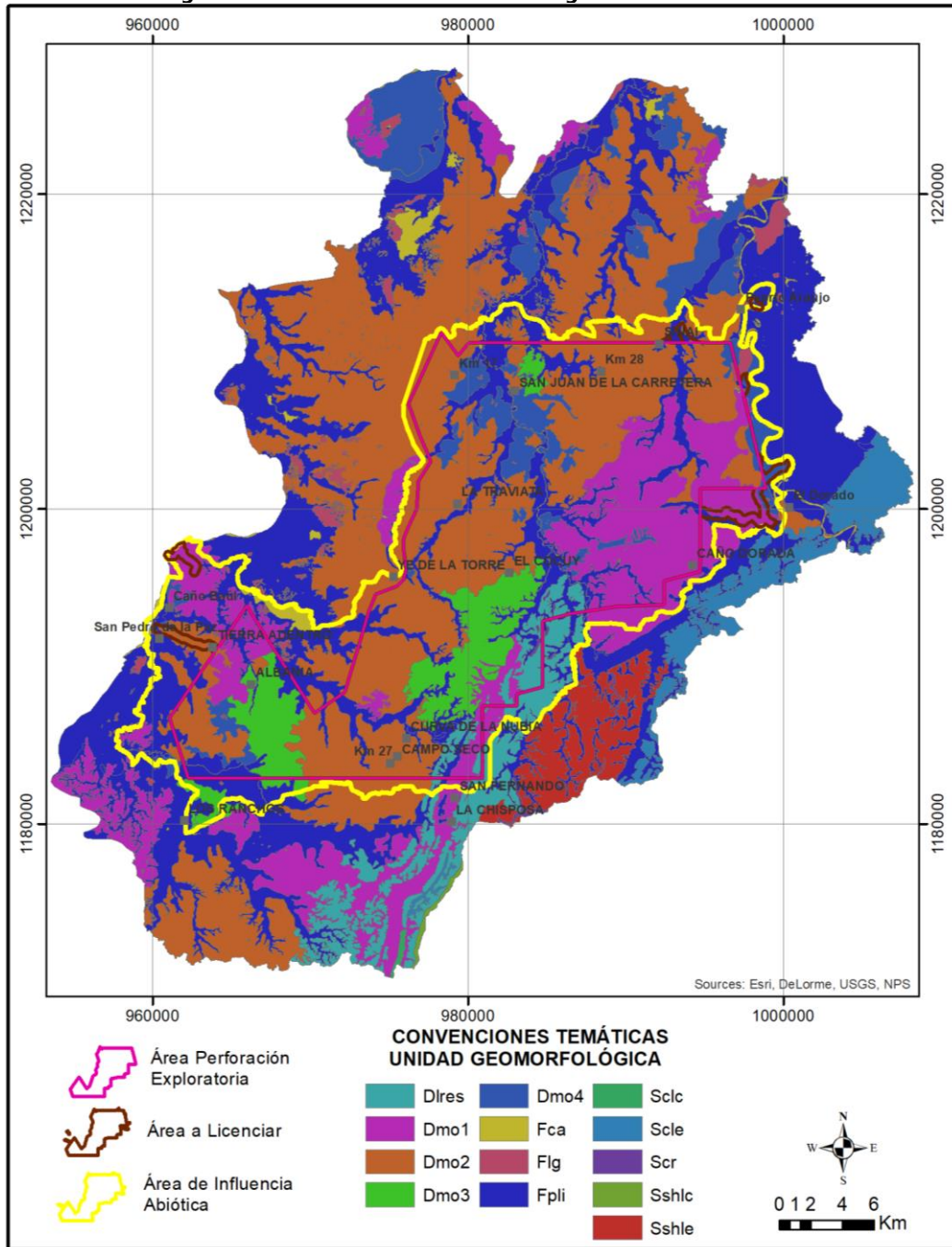
Tabla R-10 Unidades Geomorfológicas APE VMM-9

AMBIENTE MORFO GENÉTICO	TIPO DE RELIEVE (ZINCK)	FORMA DEL TERRENO	MORFOLOGÍA, MORFOGRAFÍA, DRENAJE	SÍMBOLO	MORFODINÁMICA
	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA			
DENUDACIONAL	LOMOS RESIDUALES	Lomas	Elevaciones del terreno menores de 200 m, con morfología alomada y alargada, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y eventualmente cóncava, el índice de relieve es bajo a muy bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas generalmente en materiales muy afectados por meteorización diferencial intensa. Presentan drenaje dentritico y subparalelo. Estas formas se desarrollan en areniscas, lutitas y arcillolitas de la formación Colorado y Grupo Real.	Dires	Movimiento en masa tipo deslizamiento traslacional y rotacional, y algunos flujos de tierra
	MONTÍCULOS Y ONDULACIONES DENUDACIONAL	Colinas altas Colinas medias Colinas medias a bajas Colinas Bajas	Colinas con cimas redondeadas a subredondeadas, lomas amplias con superficies amplias cóncavo convexas, disectadas por una red de drenaje de tipo dendrítico a subdendrítico. La inclinación de la pendiente del terreno es del orden del 7 al 12% al 25-50%.	Dmo1 Dmo2 Dmo3 Dmo4	Erosión laminar, en surcos, desplomes
FLUVIAL	CAUCE ACTIVO	Islotes y playones	Se relaciona al cauce actual de los ríos Carare, San Juan y Magdalena, caracterizado por una superficie semiplana y amplia con pendientes del orden del 1-3%, 3-7% con formas sinuosas.	Fca	Socavación lateral de carácter puntual.
	LAGUNA	Laguna	Depresiones relativamente estrechas a amplios, con fondos semiplanos y cóncavos, pendientes del orden del 0-3%.	Flg	Socavación lateral
	LLANURA DE INUNDACIÓN	Plano de desborde, Cubeta de desborde.	Superficies semiplanas, a manera de franjas elongadas paralelas a los ríos Carare y Magdalena, marcan un relieve deprimido y bajo con formación de ciénagas. Las pendientes son del orden del 1-3 y del 3-7% que corresponden a un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado.	Fpli	Socavación lateral
ESTRUCTURAL	LADERA DE CONTRAPENDIENTE DE CUESTA		Estructura con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, de longitud muy corta a larga, con laderas de formas cóncava o convexa y con pendientes muy abruptas. Se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias, arcillolitas, limolitas, areniscas de la Formación Colorado y conglomerados, areniscas y litoareniscas del Grupo Real, la cuales presentan una inclinación. El tipo de drenaje presente es subparalelo.	Scic	Deslizamiento traslacionales grado de erosión es de ligero a moderado

AMBIENTE MORFO GENÉTICO	TIPO DE RELIEVE (ZINCK)	FORMA DEL TERRENO	MORFOLOGÍA, MORFOGRAFÍA, DRENAJE	SÍMBOLO	MORFODINÁMICA
	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA			
ESTRUCTURAL	LADERA ESTRUCTURAL DE CUESTA		Estructuras con inclinación de los estratos en favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, de formas rectas a convexas y con pendientes escarpadas.	Scle	Movimientos en masa tipo flujo de tierra
	CORNISA ESTRUCTURAL		Salientes estructurales u hombreras rocosas que se presentan colgadas a manera de repisas en las laderas generalmente irregulares. Son tabulares de morfología alomada suavemente inclinada. Presentan un índice de relieve de bajo a moderado, con un rango de inclinación de la ladera de moderada a abrupta, presentan una longitud de ladera de muy corta a moderadamente larga.	Scr	Deslizamientos traslacionales
	LADERA DE CONTRAPENDIENTE DE SIERRA HOMOCLINAL		Inclinación de los estratos en contra de la pendiente, es de longitud moderada a larga, de formas cóncava, escalonada, festoneada a irregular y con pendientes abruptas a escarpadas. Se constituye de una Interstratificación de rocas duras, intermedias y blandas, presentan drenaje subparalelo.	Sshlc	Movimientos en masa del tipo caída de rocas y flujos de detritos
	LADERA ESTRUCTURAL DE SIERRA HOMOCLINAL		Inclinación de los estratos en favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, de formas rectas a convexas y con pendientes escarpadas. Está desarrollada sobre conglomerados, areniscas conglomeráticas y litoarenitas del grupo Real.	Sshle	En masa tipo flujo de tierra

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-10 Unidades Geomorfológicas en el APE VMM-9

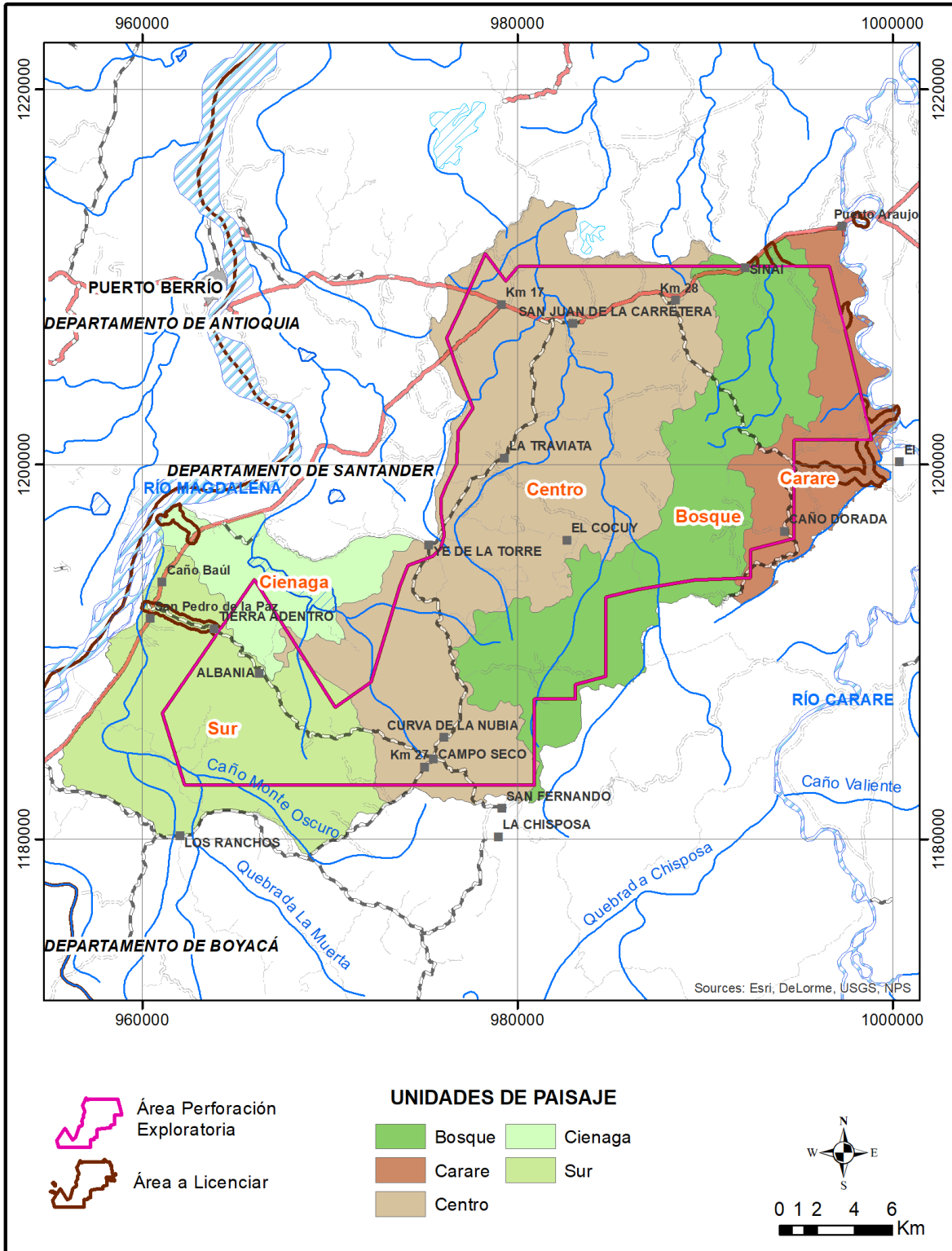


Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7.1.3 Paisaje

En el paisaje del área de estudio dominan los elementos transformados, inmersos dentro de relieves colinados y planicies de inundación intermedias, dando una moderada variabilidad en la densidad y prominencia de las colinas, así como en la amplitud de los valles (Figura R-11).

Figura R-11 Unidades de paisaje definidas para el APE VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

La unidad sur se caracteriza por presentar los relieves menos pronunciados y, por lo tanto, un mayor aprovechamiento para ganadería, con una marcada dominancia de pasturas y elementos antrópicos. Lo anterior determina que los contrastes de color más evidentes se den por la presencia dispersa de elementos arbóreos, los cuales resultan conspicuos dentro del paisaje ganadero. Se observa un paisaje abierto con algunas colinas que dominan el horizonte y que ocasionalmente son identificadas como puntos de observación o referencia. Los elementos identificables se encuentran principalmente dispersos, con pequeños grupos que pueden considerarse ocasionales o no dominantes.

La unidad ciénaga, se define por el área asociada a la Ciénaga de Cachimbero, la cual es identificada como un sitio de importancia paisajística propio del área de estudio. Dentro de esta unidad predominan las planicies inundables, sin que dejen de aparecer elementos colinados que modifican visualmente el paisaje y que constituyen barreras para la visibilidad. Al igual que en todas las unidades, existe una influencia de la actividad ganadera como elemento modificador del paisaje; sin embargo, debido a su carácter inundable, se incluyen elementos de vegetación secundaria baja diferenciadores. Adicionalmente, esta unidad es delimitada por la ruta del sol, teniendo, por lo tanto, una mayor visibilidad, sin que ésta llegue a ser alta, debido a la limitación en el campo visual producto de los elementos colinados de diferente magnitud. Se observa una matriz plana con relieves colinados y pequeños bosques, agrupaciones de árboles o “montes” distribuidos de forma regular, lo que determina paisajes menos amplios que en la unidad Sur y un menor contraste de color.

La unidad Centro podría definirse como el “paisaje tipo” dentro del área de estudio, con un relieve ondulado característico y cobertura ganadera claramente dominante. En la unidad centro se observan paisajes con primeros planos cerrados, con coberturas uniformes de pastos, lo cual permite que las geoformas constituyan los elementos más representativos; mientras que la vegetación se incluye como un elemento secundario.

La unidad bosque está determinada por la presencia en mayor abundancia de la cobertura de bosques, sin que ésta llegue a ser la cobertura de mayor extensión dentro de la unidad. De forma contraria a lo descrito en la unidad Centro, la presencia de coberturas arbóreas concentradas en grandes núcleos, hace menos evidentes las geoformas, haciendo que el relieve pase a un segundo plano visual y determinando una mayor homogeneidad, menor contraste, mayor asociación entre elementos y, en la mayoría de los casos, paisajes con áreas visuales más cerradas y cercanas. A pesar de contar con una mayor riqueza florística e incluso con la presencia de fauna de gran tamaño, que podrían convertirse en atractivos visuales; la presencia de grandes núcleos de bosque enmascara estos elementos en su conjunto y a su vez oculta la presencia de cuerpos de agua y otros rasgos del paisaje (como el relieve) que aportan una belleza escénica. De otro lado, la unidad Carare se conforma por el área de influencia del río del mismo nombre. Presenta, al igual que las unidades anteriores, variaciones locales del relieve; sin embargo tiene dominancia de relieves llanos asociados a los planos de inundación del río, los cuales se encuentran cubiertos principalmente por vegetación secundaria en diferentes estados de regeneración, lo que le confiere una alta homogeneidad, bajo contraste visual y una baja visibilidad, esto último debido a la mayor altura de la vegetación y puntos de observación bajos, conformando paisajes cerrados, excepto en aquellos sitios donde el río permite una mayor visibilidad.

De acuerdo con la comunidad se identificaron sitios que para ellos representan atractivos paisajísticos, así como sitios adversos que producen disgusto o no deberían ser mostrados; dichos sitios se

enumeran en la Tabla R-11. En la cual, se observa que la mayoría de sitios de interés paisajístico tienen un valor recreativo, tal es el caso de balnearios, pozos y charcas asociados a los nacimientos y quebradas o escenarios recreo-deportivos como canchas, parques e incluso la gallera. En algunos casos puntuales se mencionan otros sitios como miradores, edificaciones y la ciénaga de Cachimbero.

Tabla R-11 Sitios de importancia paisajística

COMUNIDAD	SITIOS ATRACTIVOS	SITIOS ADVERSOS
San Juan de la Carretera	Cancha de fútbol Puente sobre el río San Juan Parque infantil Iglesia Piscina Finca las Brisas	Basurero Presencia de caimanes en puente de la Ruta del Sol
Km 17	Miradores sobre el puente Finca Paraíso Reserva ecológica	Zona roja (prostitución) Basureros
Los Ranchos	Proyecto productivo de caucho Balneario Caño Baúl Escuela Finca las Carmelitas	Basurero Fosa común Aguas residuales domésticas cerca al asentamiento
Tierra adentro - Albania	Balneario represa La Sierra Ciénaga Cachimbero Mirador Tierra Alta	Minas de oro abandonadas
La Chisposa	Cascada Balconcitos Balneario Quebrada Corcovada Mirador sobre puente La Chisposa	
San Fernando	Gallera Polideportivo Charco La Gaviota	Basurero Matadero
La Traviata	El Garcero Pozo hacienda La Traviata	Basurero
El Cocuy	Caño Doña Ángela Caño El Cocuy	Basurero
Y de la Torre	Nacimientos de agua Pozo del Zarzal Cancha de fútbol Mirador Morro Pailitas	Aguas residuales domésticas cerca al asentamiento
Km 27	Balneario Caño La Nubia	Basurero (Quema de basura)
Curva de la Nubia	Balneario Quebrada 26	Basurero Montaña Doña Ángela
Capo Seco	Caño Tesoro	Hueco al pie de la cancha
Km 28	Caño Popalito	Aguas residuales domésticas en Caño Seco
Sinaí	Quebrada El Águila (recreación)	

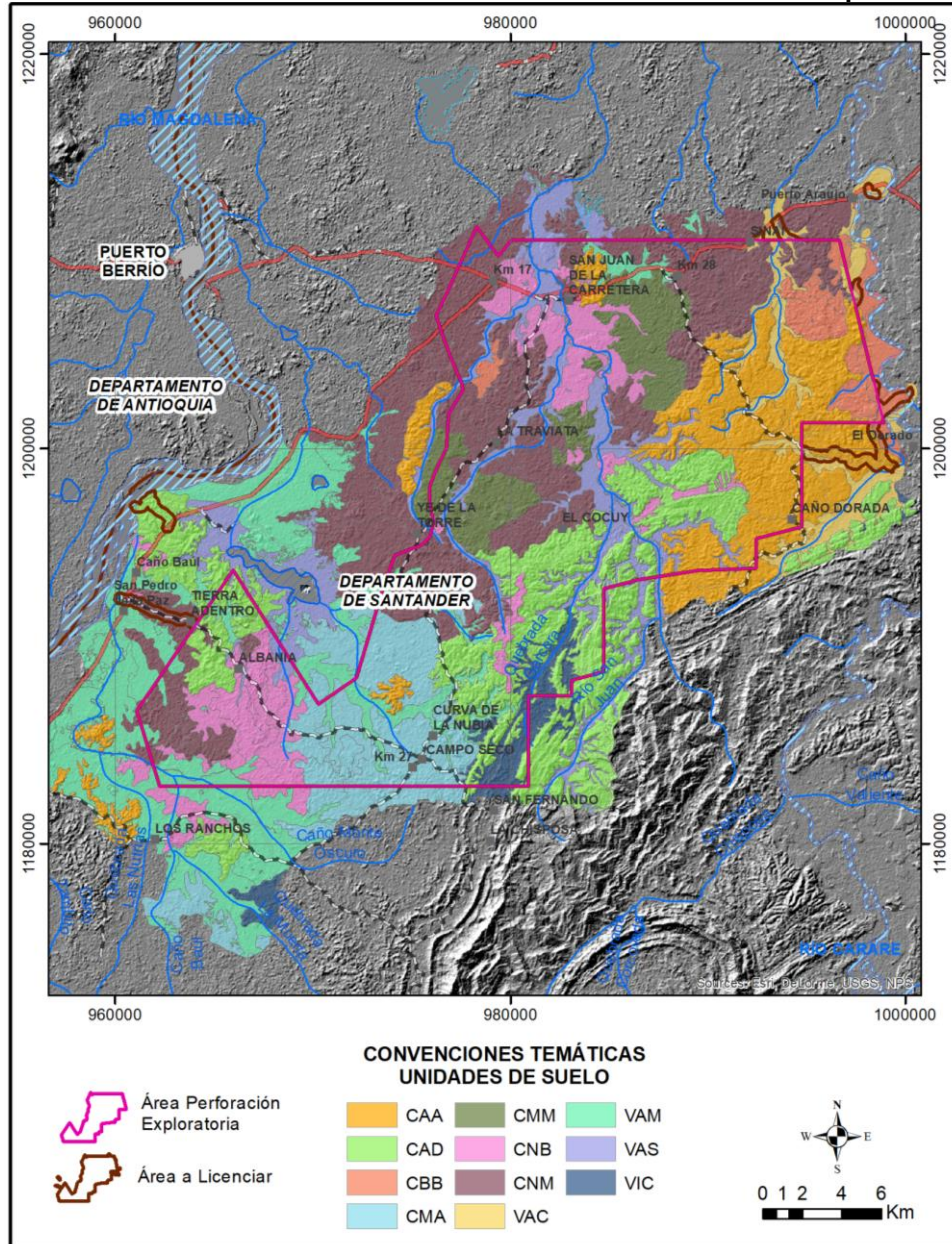
Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Los sitios considerados como adversos incluyen basureros, quemas de basuras y puntos de vertimientos o acumulación de aguas residuales domésticas, lo que indica una problemática sanitaria con incidencia directa sobre la percepción estética del paisaje en los centros poblados. Otros sitios adversos son las minas de oro abandonadas y la zona roja sobre la Ruta del Sol, sobre la cual, según los participantes, es común el ejercicio de la prostitución.

7.1.4 Suelos y uso de tierras

La descripción de las unidades cartográficas de suelos se hizo de acuerdo a los paisajes y relieves encontrados (Figura R-12 y Tabla R-12).

Figura R-12 Distribución de las unidades de suelos del Área de Perforación Exploratoria VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Tabla R-12 Descripción de las unidades de suelos que hacen parte del área de perforación exploratoria VMM-9

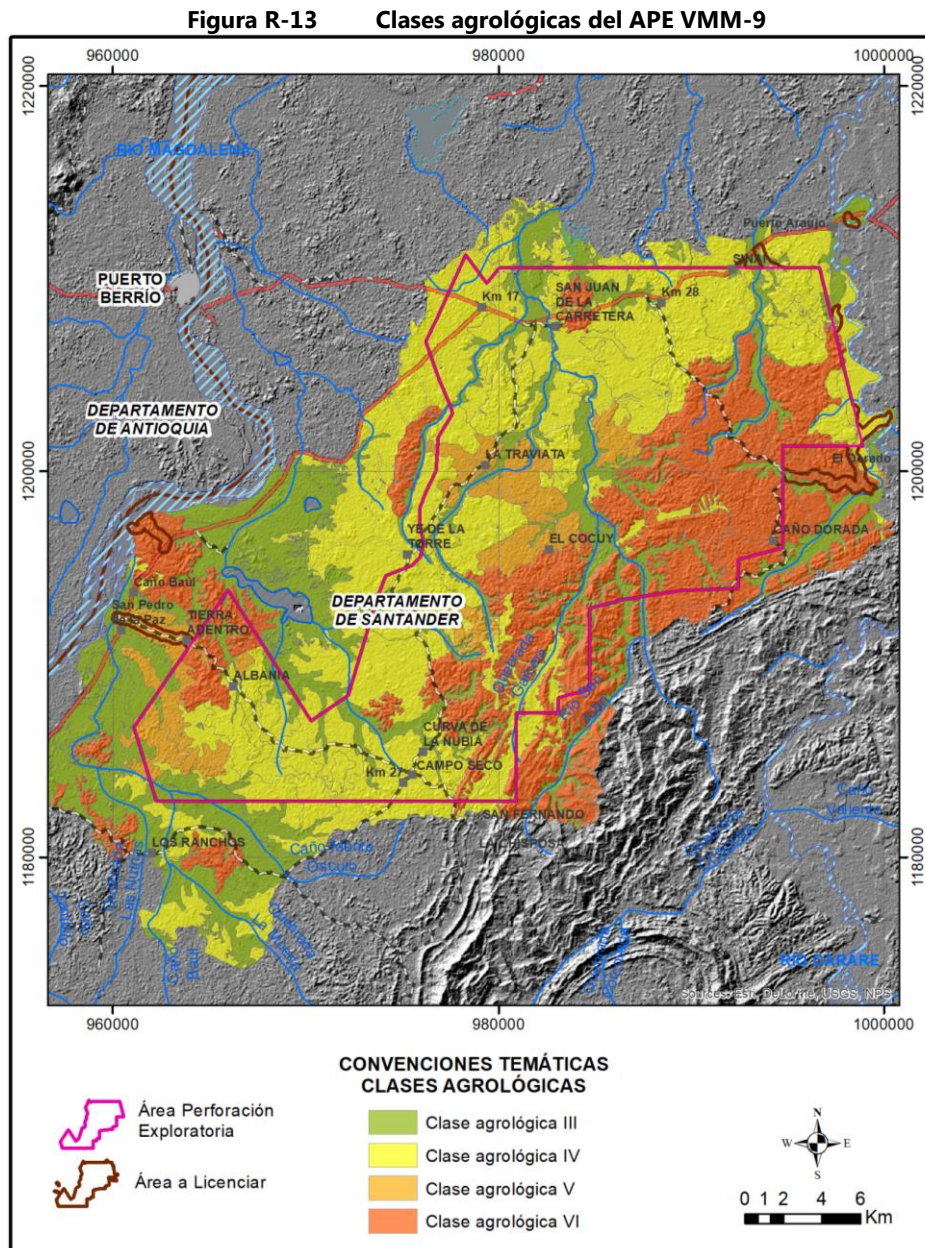
CLIMA	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	ROCA Y/O SUSTRATO	FORMA DEL TERRENO	UNIDAD CARTOGRÁFICA	PERFIL MODAL	SÍMBOLO
			ARCILLOLITAS Y ARENISCAS CONGLOMERATICOS	Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión severa	COLINAS ALTAS DISECTADAS	PB - 20 PB - 13	CADcd3
		Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión moderada		CADde2			
		Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión severa		CADde3			
		Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión moderada		COLINAS ALTAS	PB – 16	CAAc2	
		Laderas ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas con erosión moderada		COLINAS MEDIAS	PB - 1 PB - 4 PB - 8 Pb - 19	CNMbc2	
		Laderas moderadamente inclinadas a ligeramente inclinadas con erosión moderada				CNMc2	
		Laderas moderadamente inclinadas con erosión moderada				CNMc2g	
		Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión moderada				CNMd2	
		Laderas ligeramente inclinadas con erosión moderada		COLINAS MEDIAS	PB - 5 PB - 6 PB - 7	CMAbc2	
		Laderas ligeramente inclinadas con erosión moderada		COLINAS MEDIAS	PB - 10	CMMc2	
		Laderas plano a ligeramente inclinadas con erosión moderada		COLINAS BAJAS	PB – 2 PB - 12	CNBab2	
		Laderas ligeramente inclinadas con erosión moderada				CNBb2	
		Laderas ligeramente inclinadas con erosión severa				CNBb3	
		Laderas ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas con erosión moderada				CNBbc1	

CLIMA	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	ROCA Y/O SUSTRATO	FORMA DEL TERRENO	UNIDAD CARTOGRÁFICA	PERFIL MODAL	SÍMBOLO
			ARCILLOLITAS Y ARENISCAS CONGLOMERATICOS	Laderas ligeramente inclinadas con erosión moderada	COLINAS BAJAS	PB - 18	CBBb2
		Laderas ligeramente inclinadas a moderadamente inclinadas con erosión moderada		VALLECITOS INTRACOLINARES	PB - 3 PB - 14	VICbc2	
		Laderas moderadamente inclinadas con erosión moderada				VICc2	
		Laderas moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas con erosión moderada				VICcd3	
	PLANICIE ALUVIAL	VALLES ALUVIALES	ALUVIONES	Laderas planas a ligeramente inclinadas con erosión leve	VEGAS	PB - 17	VACa
					VEGAS	PB - 9	VAMa
					VEGAS	PB - 11 PB - 15	VASa

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

De otro lado, la clasificación de los suelos por su capacidad de uso es un agrupamiento sistemático de carácter interpretativo, que se fundamenta en determinar la vocación y aptitud natural que presenta los suelos para producir en forma sostenida, bajo tratamiento continuo y usos específicos. Las clases agrupan suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones. Estas unidades, que se conocen comúnmente como clases agrológicas, son ocho y se designan con números romanos (I a VIII).

La Figura R-13 y Tabla R-14 muestra la distribución de las unidades de uso potencial o capacidad de uso del APE VMM-9.



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Tabla R-13 Leyenda de Capacidad de Uso o Uso Potencial APE VMM 9

Clases, Subclases	Unidades cartográficas de suelos	Principales características de las unidades cartográficas de suelos	Principales limitantes de las unidades de capacidad de uso	Usos recomendables
III sh 1	VACa	Clima cálido húmedo, relieve plano a moderadamente inclinado. Suelos moderadamente profundos, imperfectamente drenados, ligeramente ácidos, mediana saturación de aluminio y fertilidad moderada, inundaciones cortas	Alta humedad del suelo, inundaciones o encharcamientos de corta duración, alta acidez, moderada saturación de aluminio, el bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja	Ganadería semi-intensiva o intensiva
III sh 2	VAMa	Clima cálido húmedo, relieve plano a moderadamente inclinado. Suelos moderadamente profundos, imperfectamente drenados, ligeramente ácidos, mediana saturación de aluminio y fertilidad moderada, inundaciones cortas	Alta humedad del suelo, inundaciones o encharcamientos de corta duración, alta acidez, moderada saturación de aluminio, el bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja	Ganadería semi-intensiva o intensiva
III sh 3	VASa	Clima cálido húmedo, relieve plano a moderadamente inclinado. Suelos moderadamente profundos, imperfectamente drenados, ligeramente ácidos, mediana saturación de aluminio y fertilidad moderada, inundaciones cortas	Alta humedad del suelo, inundaciones o encharcamientos de corta duración, alta acidez, moderada saturación de aluminio, el bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja	Ganadería semi-intensiva o intensiva
IV s 1	CNBc1	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado suelos moderadamente profundos, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión leve a moderada	Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Ganadería Extensiva, sistemas silvopastoriles
IV se 1	CBB b2, CNB bc1	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado suelos moderadamente profundos, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión leve a moderada	Erosión ligera, susceptibles a la erosión y a los movimientos en masa (pata de vaca y terracetos), moderada profundidad efectiva, alta saturación de aluminio, fertilidad actual baja y baja fertilidad potencial	Ganadería Extensiva, sistemas silvopastoriles
IV se 2	CMAbc2, CNMbc2, VIC bc2, VICbc3	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado suelos moderadamente profundos, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión moderada a severa	Erosión, Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Ganadería Extensiva, sistemas silvopastoriles

Clases, Subclases	Unidades cartográficas de suelos	Principales características de las unidades cartográficas de suelos	Principales limitantes de las unidades de capacidad de uso	Usos recomendables
IV se 3	CBBb2	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado suelos moderadamente profundos, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión leve a moderada	Erosión, Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Ganadería Extensiva, sistemas silvopastoriles
IV se 4	CNMc2, CNM c2g, CMMc2	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado suelos moderadamente profundos, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión moderada a severa	Erosión, Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Ganadería Extensiva, sistemas silvopastoriles
VI sep 1	CAAc2, CADcd3	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado a fuertemente inclinado, suelos superficiales, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión severa	Altas pendientes, erosión, Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Sistemas forestales protectores, protectores-productores, conservación de la vegetación natural, reforestación donde la vegetación ha sido talada, y vida silvestre
VI sep 2	CADcd3, CADde3	Clima cálido húmedo, moderadamente inclinado, suelos superficiales, fuertemente ácidos, alta saturación de aluminio y fertilidad baja erosión severa	Altas pendientes erosión, Alta acidez, alta saturación de aluminio, bajo contenido de bases (calcio, magnesio y potasio), el bajo contenido de fósforo y la fertilidad baja clima ambiental húmedo	Sistemas forestales protectores, protectores-productores, conservación de la vegetación natural, reforestación donde la vegetación ha sido talada, y vida silvestre

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Una vez realizada la definición de las clases agrológicas y su uso potencial, se determinó que el área de estudio presenta una vocación eminentemente Ganadera. Las categorías identificadas como ganaderas corresponden a la clase III con limitaciones por suelos y humedad del suelo para pastos y ganadería semintensiva y extensiva y a la clase IV, con moderadas a fuertes limitaciones por pendiente, suelos y erosión, aptas para ganadería extensiva cultivos semipermanentes, agroforestería, silvopastoril, adaptadas a un ambiente de alta pluviosidad.

De otro lado, para la identificación del uso del suelo se realizó la fotointerpretación de la cobertura terrestre con el uso de imágenes de satélites, y se identificó el uso específico del suelo, el cual fue corroborado en la fase del trabajo de campo. El uso actual de los suelos se elaboró a partir del mapa temático de cobertura vegetal que identifica las categorías presentadas en la Tabla R-14.

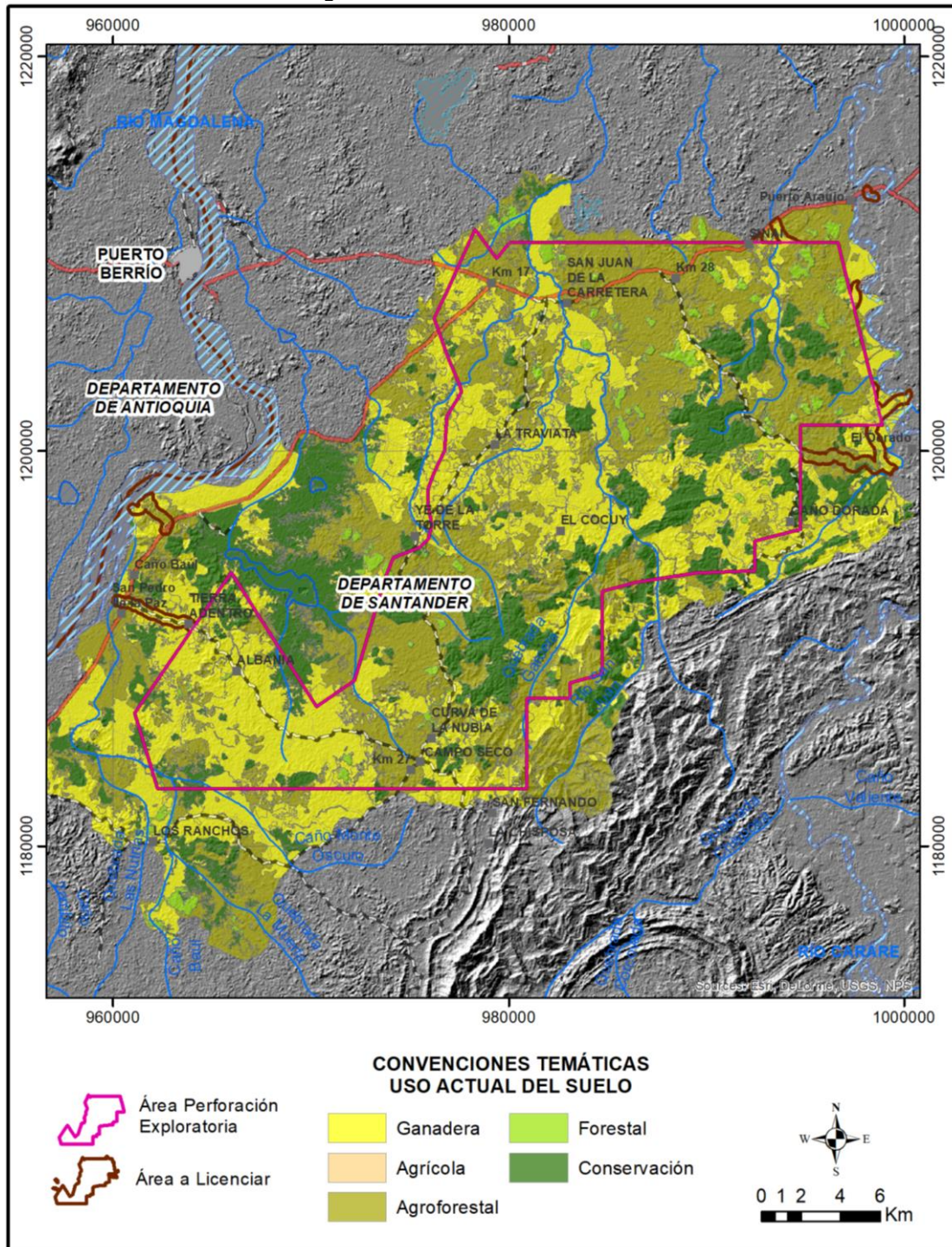
Tabla R-14 Categorías de uso actual del suelo

USO ACTUAL	DESCRIPCIÓN
Conservación	Área destinada al mantenimiento, preservación y defensa de un recurso natural renovable, tal como lo son los cuerpos hídricos.
Agrosilvopastoril	Área destinada a la preservación y protección del material genético florístico asociado a actividades ganaderas y a la producción de frutales.
Ganadero	Tierras usadas, principalmente, para pastoreo y producción de fibras y alimentos de ganadería vacuna, caballar y caprina, en forma extensiva e intensiva.
Industrial y asentamientos para uso residencial	Corresponde a aquellas zonas dedicadas a la manufactura industrial, especialmente dispuestas para el almacenamiento de alimentos; industria petrolera; explotación de materiales de construcción, usos residenciales para asentamientos humanos, etc.
Agrícola	Tierras usadas principalmente para la producción de alimentos y servicios, tales como cultivos (papaya, piña, plátano, arroz, y otros transitorios); estanques piscícolas; lagos; plantaciones forestales y ganadería extensiva.
Forestal	Corresponde a aquellas zonas destinadas tanto a la protección como a la producción de comunidades vegetales sensibles a la intervención antrópica y de bienes ambientales provenientes de dichas comunidades. Por lo general, han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Corresponde a los bosques primarios y secundarios, bosques riparios, bosques naturales y plantaciones forestales.

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

En la Figura R-14 se evidencia que el principal uso de la tierra es el ganadero bajo la figura de pastoreo extensivo y semi intensivo, seguido por el agrosilvopastoril, con algunas plantaciones de caucho y cacao y un uso agrícola especialmente de pancoger, algunos relictos de bosques naturales y bosques riparios alrededor de las quebradas y drenajes aún permanecen en la zona configurando un uso forestal principalmente de conservación y protección disperso por toda la zona de estudio.

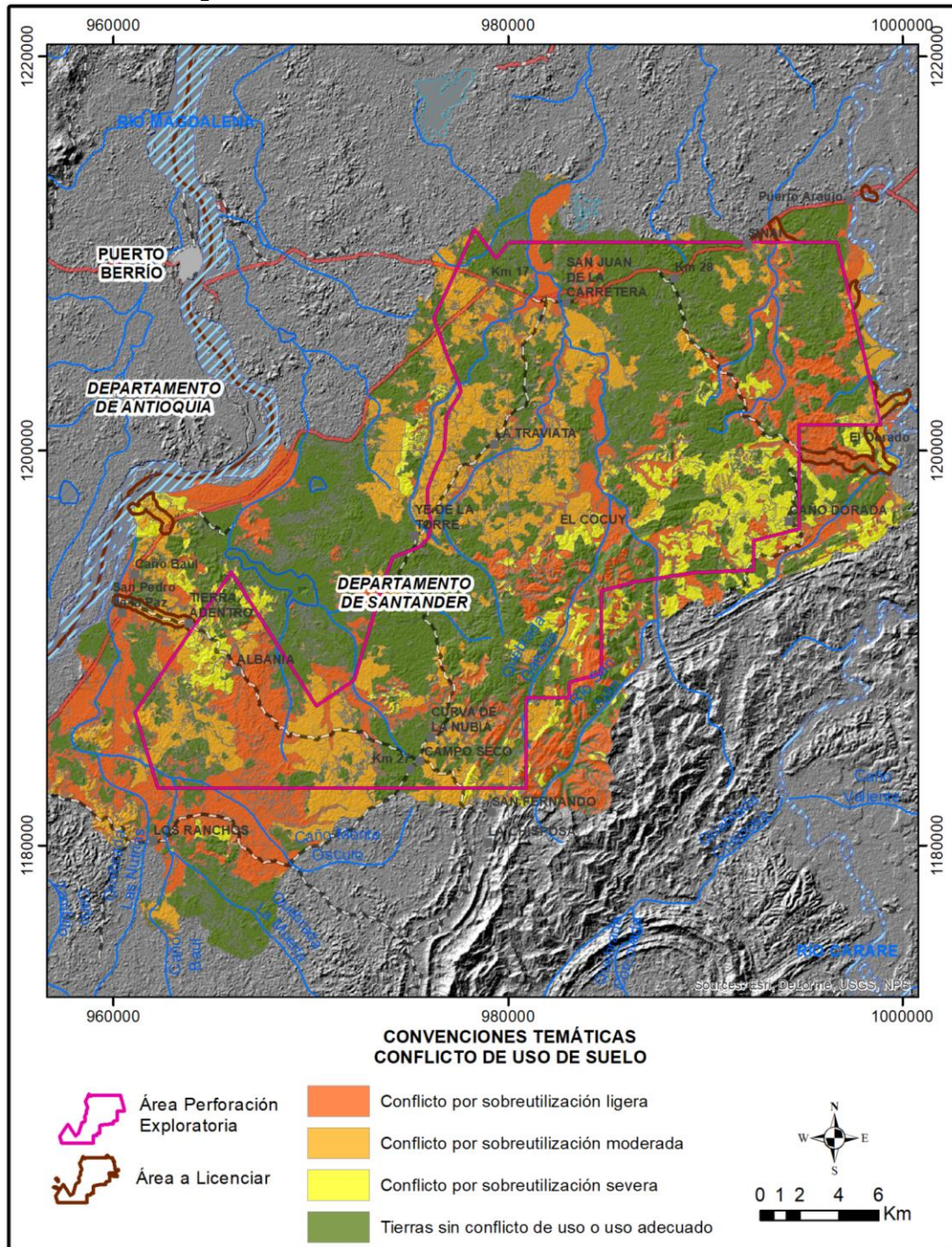
Figura R-14 Uso actual del suelo



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

De acuerdo con los usos de la tierra se presentan tres tipos de conflicto por uso del suelo categorizados en tierras sin conflictos de uso o en uso adecuado, y tierras con conflictos de uso por sobreutilización ligera, moderada y severa (Figura R-15).

Figura R-15 Conflicto de uso del suelo en el APE VMM-9



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

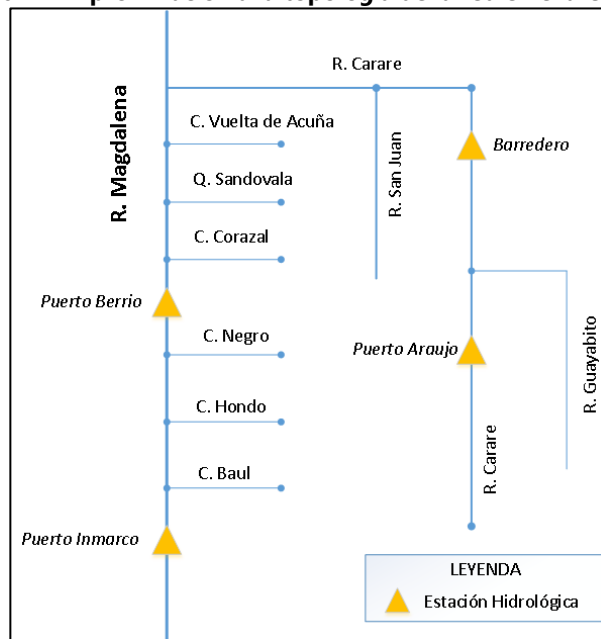
En la zona de influencia del proyecto se presentan: tierras sin conflicto de uso o uso adecuado (TSC), tierras con conflicto bajo por sobreutilización Ligera (TCB), tierras con conflicto medio por sobreutilización moderada (TCM) y tierras con conflicto alto por sobreutilización Severa (TCA).

- Tierras Sin Conflicto de uso o uso adecuado (TSC): hace referencia a los suelos en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin presentar el recurso suelo deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos.
- Tierras en Conflicto Bajo por sobreutilización Ligera (TCB): corresponde a los suelos en las que el uso actual, está próximo a la capacidad de uso del suelo, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural y el deterioro de la flora y la fauna asociada.
- Tierras en Conflicto Medio por sobreutilización Moderada (TCM): se establece en los suelos en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por encima de la capacidad de uso del suelo, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna.
- Tierras en Conflicto Alto por sobreutilización severa (TCA): identifica los suelos que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso del mismo sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas.

7.1.5 Hidrología

Se identifican tres grandes cuencas en la zona del proyecto hasta la desembocadura del río Carare en el Magdalena. El río San Juan se encuentra en el centro del APE y por el costado derecho el río Carare. En la Figura R-16 se muestra la topología de la red de drenaje en el área de estudio.

Figura R-16 Aproximación a la topología de la red en el área de estudio



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Los principales afluentes del río en el sector estudiado es el río Cararé. Este río presenta un régimen anual de caudales semejante al del río Magdalena, pues también responden al régimen de precipitaciones de su cuenca.

Se realizó trabajo de campo al área de influencia del APE VMM-9 para conocer la red hídrica presente en el área y realizar aforos por el método de vadeo, utilizando micromolinetes con el objeto de conocer el caudal circulante. En la Tabla R-15 se presenta los caudales estimados con los aforos realizados en corrientes objeto de solicitud de captación.

Tabla R-15 Resultados de aforos realizados

IDENTIFICADOR	CORRIENTE	FECHA Y HORA	TIPO	CAUDAL [m ³ /s]
AF-VMM9-1	San Juan	14-MAY-16 10:11:24 am	Permanente	6.263
AF-VMM9-10	NN	17-MAY-16 3:26:19 pm	Permanente	0.060
AF-VMM9-11	NN	17-MAY-16 3:57:26 pm	Permanente	0.039
AF-VMM9-12	NN	17-MAY-16 4:16:11 pm	Permanente	0.096
AF-VMM9-13	Río San Juan	18-MAY-16 8:57:31 am	Permanente	27.8
AF-VMM9-14	Río San Juan	18-MAY-16 12:05:11 pm	Permanente	4.417
AF-VMM9-15	Río San Juan	18-MAY-16 3:33:27 pm	Permanente	9.730
AF-VMM9-18	Caño Dorada	20/09/2016 - 04:36 p.m.	Permanente	0.794
AF-VMM9-2	Caño Garcero	14-MAY-16 11:27:21 am	Permanente	0.474
AF-VMM9-3	Río San Juan	14-MAY-16 1:34:54 pm	Permanente	0.474
AF-VMM9-4	Caño Cocuy	14-MAY-16 2:19:30 pm	Permanente	0.672
AF-VMM9-5	Caño Canime	14-MAY-16 3:24:39 pm	Permanente	0.063
AF-VMM9-6	Caño Campotarro	14-MAY-16 4:00:21 pm	Permanente	0.191
AF-VMM9-7	Monte Oscuro	15-MAY-16 2:15:32 pm	Permanente	1.379
AF-VMM9-8	Monte Oscuro	16-MAY-16 10:44:18 am	Permanente	1.121
AF-VMM9-9	Caño La Bonita	17-MAY-16 1:30:57 pm	Permanente	0.050
AF-VMM9-16	Caño Cachimbero	19-MAY-16 3:06:36 pm	Permanente	18.840
AF-VMM9-17	Caño Baúl	19-MAY-16 4:25:00 pm	Permanente	40.592

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Con excepción de los puntos de captación que se localizan en el río Magdalena y río Carare, las corrientes identificadas sobre las cuales se solicita permiso de captación en el área del proyecto VMM-9 no presentan instrumentación de caudales, por lo cual se estimó la escorrentía, los caudales medios, máximos y mínimos empleando el modelo SWAT. Asimismo, se hicieron muestreos para determinar la calidad de las aguas. El monitoreo físicoquímico a fuentes superficiales fue realizado en 33 fuentes de tipo lóxico y léntico, localizadas en el área de influencia del APE VMM-9, mismas que son relacionadas en la Tabla R-16.

Tabla R-16 Puntos de monitoreo de calidad del agua superficial en el APE VMM-9

No.	PUNTO DE MUESTREO	TIPO	NUMERO	FECHA MUESTREO	NORTE	ESTE
0	Ciénaga San Juan entrada	Léntico	Len-01	19/05/2016	1224934,35	991243,708
1	Ciénaga San Juan salida	Léntico	Len-02	19/05/2016	1226069,41	991489,771
2	Ciénaga NN Río Viejo	Léntico	Len-03	19/05/2016	1222207,21	979048,181
3	Ciénaga Río Viejo salida	Léntico	Len-04	17/05/2016	1218572,23	976645,034
4	Ciénaga Río Viejo entrada	Léntico	Len-05	17/05/2016	1216967,18	975426,292
5	Ciénaga C Corozal	Léntico	Len-06	19/05/2016	1205814,59	968632,839

No.	PUNTO DE MUESTREO	TIPO	NUMERO	FECHA MUESTREO	NORTE	ESTE
6	Ciénaga NN	Léntico	Len-07	18/05/2016	1198355,59	970346,03
7	Ciénaga Caño Gorgona salida	Léntico	Len-08	17/05/2016	1192333,66	970175,109
8	Ciénaga Caño Gorgona entrada	Léntico	Len-09	17/05/2016	1194860,44	965663,954
9	Laguna NN 1 Río Carare	Léntico	Len-10	18/05/2016	1207648,05	997152,372
10	Laguna NN 2 Río Carare	Léntico	Len-11	18/05/2016	1214551,27	1000279,03
11	Río Carare 2	Lótico	Lot-01	17/05/2016	1213292,7	999103,343
12	Río Carare 3	Lótico	Lot-02	17/05/2016	1218354,76	998873,219
13	Río Carare 1	Lótico	Lot-03	15/05/2016	1200310,14	1001656,64
14	Río San Juan 2	Lótico	Lot-04	15/05/2016	1207974,45	982648,043
15	Río San Juan 1	Lótico	Lot-05	14/05/2016	1189935,91	986691,876
16	Río San Juan 3	Lótico	Lot-06	18/05/2016	1223169,08	988561,378
17	Caño Baúl 1	Lótico	Lot-07	14/05/2016	1183080,58	966832,976
18	Caño Baúl 2	Lótico	Lot-08	14/05/2016	1190788,57	959834,733
20	Río Magdalena 2	Lótico	Lot-09	18/05/2016	1208650,8	964600,709
19	Río Magdalena 1	Lótico	Lot-10	18/05/2016	1185740,75	953145,782
21	Río Magdalena 3	Lótico	Lot-11	18/05/2016	1232562,2	982257,929
22	Caño Las Muertas 1	Lótico	Lot-12	13/05/2016	1173190,32	969661,755
23	Caño Las Muertas 2	Lótico	Lot-13	13/05/2016	1180245,78	962576,662
24	Caño Gorgona	Lótico	Lot-14	13/05/2016	1188253,18	977096,957
25	Caño El Garcero 1	Lótico	Lot-15	15/05/2016	1194216,71	978709,12
26	Caño El Garcero 2	Lótico	Lot-16	15/05/2016	1202835,92	981985,914
27	Quebrada El Águila 1	Lótico	Lot-17	14/05/2016	1204131,7	990721,808
28	Quebrada El Águila 2	Lótico	Lot-18	16/05/2016	1211436,11	993202,362
29	Quebrada La Caimana 1	Lótico	Lot-21	15/05/2016	1197099	974968,822
30	Quebrada La Caimana 2	Lótico	Lot-22	16/05/2016	1207762,8	981140,196
31	Caño Cocuy 1	Lótico	Lot-23	13/05/2016	1189127,38	981984,124
32	Caño Cocuy 2	Lótico	Lot-24	13/05/2016	1196111,2	985089,057
33	Quebrada Tabatinga	Lótico	Lot-25	16/05/2016	1209124,74	987692,302

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Para la evaluación conjunta de los parámetros de calidad se hizo un análisis con los Índices de Contaminación (ICOS), propuestos por (Ramírez et al., 1997), así como el Índice de Calidad ICA propuesto en el Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010) (Tabla R-17).

Tabla R-17 Resultados Índices de contaminación ICOS: ICOMO, ICOSUS

FUENTE	ICOMO	VALORACIÓN	ICOSUS	VALORACIÓN
Caño Las Muertas 1	0,615	Alto	0,037	Muy bajo
Caño Las Muertas 2	0,718	Alto	0,013	Muy bajo
Caño Baúl 1	0,763	Alto	0,046	Muy bajo
Caño Baúl 2	0,890	Muy alto	0,070	Muy bajo
Caño Cocuy 1	0,499	Medio	1,000	Muy alto
Caño Cocuy 2	0,617	Alto	0,019	Muy bajo
Ciénaga Caño Corozal	0,681	Alto	0,049	Muy bajo
Caño El Garcero 1	0,706	Alto	0,031	Muy bajo
Caño El Garcero 2	0,629	Alto	0,025	Muy bajo
Caño Gorgona	0,740	Alto	1,000	Muy alto

FUENTE	ICOMO	VALORACIÓN	ICOSUS	VALORACIÓN
Ciénaga Caño Gorgona Salida	0,622	Alto	1,000	Muy alto
Ciénaga NN	0,781	Alto	0,133	Muy bajo
Ciénaga Río Viejo Salida	0,645	Alto	1,000	Muy alto
Ciénaga Río Viejo Entrada	0,856	Muy alto	1,000	Muy alto
Quebrada El Águila 2	0,880	Muy alto	0,019	Muy bajo
Quebrada El Águila 1	0,662	Alto	1,000	Muy alto
Quebrada La Caimana 2	0,590	Medio	0,028	Muy alto
Quebrada La Caimana 1	0,620	Alto	0,028	Muy bajo
Río Carare 3	0,723	Alto	0,994	Muy alto
Río Carare 2	0,740	Alto	1,000	Muy alto
Río Carare 1	0,708	Alto	0,859	Muy alto
Laguna NN 1 Río Carare	0,639	Alto	0,000	Muy bajo
Laguna NN 2 Río Carare	0,871	Muy alto	0,040	Muy bajo
Río Magdalena 2	0,472	Medio	0,880	Muy alto
Río Magdalena 1	0,909	Muy alto	1,000	Muy alto
Río Magdalena 3	0,333	Bajo	1,000	Muy alto
Río San Juan 1	0,773	Alto	0,058	Muy bajo
Río San Juan 2	0,492	Medio	0,010	Muy bajo
Río San Juan 3	0,847	Muy alto	0,061	Muy bajo
Ciénaga San Juan Entrada	0,848	Muy alto	0,000	Muy bajo
Ciénaga San Juan Salida	0,830	Muy alto	0,000	Muy bajo
Quebrada Tabatinga	0,879	Muy alto	1,000	Muy alto

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Como indican los resultados, en la mayor parte de las fuentes se presentan altos niveles de materia orgánica, registrándose los mayores índices en: caño Baúl, ciénaga río Viejo, quebrada El Águila, laguna NN2 río Carare, río Magdalena, ciénaga San Juan y río San Juan. Por otra parte, al analizar los resultados para sólidos suspendidos, la mayor parte de las fuentes presentan índices bajos de contaminación por los mismos, con los mayores índices en: caño Cocuy, caño Gorgona, ciénaga río Viejo, quebrada El Águila, río Carare, río Magdalena y quebrada Tabatinga.

En la Tabla R-18 se presentan los resultados de la valoración del índice de contaminación por nutrientes, definido a partir de la concentración de fósforo. En general, para las fuentes en que las concentraciones de fósforo total fueron superiores al límite de detección (<0.062 mg/L), la valoración del ICOTRO indicó que se encuentran en una condición de eutrofia, al existir concentraciones entre 0,02 – 1,00 mg/L, esta condición es particularmente importante en los cuerpo lénticos, por cuanto casi todos se encuentran en dicha condición lo que afecta la calidad del agua por el acelerado crecimiento de algas y plantas, que adicionalmente aceleran el proceso de extinción de dichos cuerpos.

Tabla R-18 Resultados Índice de Contaminación por Nutrientes (ICOTRO)

FUENTE	FÓSFORO TOTAL mg/L P	VALORACIÓN
Caño Las Muertas 1	<0,062	Oligotrofia
Caño Las Muertas 2	<0,062	Oligotrofia
Caño Baúl 1	<0,062	Oligotrofia
Caño Baúl 2	<0,062	Oligotrofia

FUENTE	FÓSFORO TOTAL mg/L P	VALORACIÓN
Caño Cocuy 1	0,133	Eutrofia
Caño Cocuy 2	0,134	Eutrofia
Ciénaga Caño Corozal	0,653	Eutrofia
Caño El Garcero 1	<0,062	Oligotrofia
Caño El Garcero 2	0,4	Eutrofia
Caño Gorgona	<0,062	Oligotrofia
Ciénaga Caño Gorgona Salida	0,781	Eutrofia
Ciénaga NN	<0,062	Oligotrofia
Ciénaga Río Viejo Salida	0,651	Eutrofia
Ciénaga Río Viejo Entrada	0,831	Eutrofia
Quebrada El Águila 1	<0,062	Oligotrofia
Quebrada El Águila 2	0,14	Eutrofia
Quebrada La Caimana 1	<0,062	Oligotrofia
Quebrada La Caimana 2	<0,062	Oligotrofia
Río Carare 1	<0,062	Oligotrofia
Río Carare 2	<0,062	Oligotrofia
Río Carare 3	<0,062	Oligotrofia
Laguna NN 1 Río Carare	<0,062	Oligotrofia
Laguna NN 2 Río Carare	0,218	Eutrofia
Río Magdalena 1	0,594	Eutrofia
Río Magdalena 2	0,185	Eutrofia
Río Magdalena 3	0,624	Eutrofia
Río San Juan 1	0,074	Eutrofia
Río San Juan 2	<0,062	Oligotrofia
Río San Juan 3	<0,062	Oligotrofia
Ciénaga San Juan Entrada	0,555	Eutrofia
Ciénaga San Juan Salida	0,429	Eutrofia
Quebrada Tabatinga	<0,062	Oligotrofia

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

En la Tabla R-19 se presentan los valores medios por cuenca para cada uno de los índices. De manera general los valores medios de ICOMO muestran que casi todas las cuencas presentan altos niveles de contaminación por materia orgánica, excepto la cuenca de caño Cocuy y la del río Magdalena, las cuales presentan un índice medio. En relación con la contaminación por Sólidos Suspendidos, casi todas las cuencas presentan índices valorados como Muy Bajos o Medios, excepto caño Gorgona, ciénaga río Viejo y el río Magdalena, los cuales registran Índices Muy Altos de contaminación por sólidos. En relación con la contaminación por fósforo que genera condiciones eutróficas, los índices permiten establecer que casi todas las cuencas analizadas se encuentran en condiciones de eutrofia, excepto las cuencas de los caños Baúl y Gorgona, la ciénaga NN y la quebrada La Caimana.

Tabla R-19 Resultados Medios Índice de contaminación (ICOMO, ICOSUS, ICOTRO)

CUENCA	MEDIO ICOMO	MEDIO ICOSUS	MEDIO ICOTRO
Caño Baúl	0,746	Alto	0,042
Caño Cocuy	0,558	Medio	0,510
Caño Corozal	0,681	Alto	0,049
Caño El Garcero	0,668	Alto	0,028

CUENCA	MEDIO ICOMO		MEDIO ICOSUS		MEDIO ICOTRO	
Caño Gorgona	0,681	Alto	1,000	Muy alto	<0,062	Oligotrofia
Ciénaga NN	0,781	Alto	0,133	Muy bajo	<0,062	Oligotrofia
Ciénaga Río Viejo	0,750	Alto	1,000	Muy alto	0,741	Eutrofia
Quebrada El Águila	0,771	Alto	0,510	Medio	0,14	Eutrofia
Quebrada La Caimana	0,605	Alto	0,028	Muy bajo	<0,062	Oligotrofia
Río Carare	0,736	Alto	0,579	Medio	0,218	Eutrofia
Río Magdalena	0,572	Medio	0,960	Muy alto	0,46766667	Eutrofia
Río San Juan	0,778	Alto	0,188	Muy bajo	0,35266667	Eutrofia

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Respecto al Índice de Calidad - ICA en el APE VMM-9, en la **Tabla R-20** son presentados los resultados de su estimación.

Tabla R-20 Resultados índice de calidad de agua ICA en Fuentes Bloque VMM-9

FUENTE	ICA	VALORACIÓN
Caño Las Muertas 1	0,86	Aceptable
Caño Las Muertas 2	0,78	Aceptable
Caño Baúl 1	0,69	Regular
Caño Baúl 2	0,61	Regular
Caño Cocuy 1	0,82	Aceptable
Caño Cocuy 2	0,82	Aceptable
Ciénaga Caño Corozal	0,61	Regular
Caño El Garcero 1	0,94	Bueno
Caño El Garcero 2	0,80	Aceptable
Caño Gorgona	0,79	Aceptable
Ciénaga Caño Gorgona Salida	0,70	Regular
Ciénaga Nn	0,65	Regular
Ciénaga Río Viejo Salida	0,82	Aceptable
Ciénaga Río Viejo Entrada	0,80	Aceptable
Quebrada El Águila 2	0,78	Aceptable
Quebrada El Águila 1	0,96	Bueno
Quebrada La Caimana 2	0,66	Regular
Quebrada La Caimana 1	0,66	Regular
Río Carare 3	0,47	Malo
Río Carare 2	0,52	Regular
Río Carare 1	0,52	Regular
Laguna NN 1 Río Carare	0,86	Aceptable
Laguna NN 2 Río Carare	0,93	Bueno
Río Magdalena 2	0,53	Regular
Río Magdalena 1	0,52	Regular
Río Magdalena 3	0,54	Regular
Río San Juan 1	0,68	Regular
Río San Juan 2	0,82	Aceptable
Ciénaga San Juan Entrada	0,63	Regular
Río San Juan 3	0,67	Regular
Ciénaga San Juan Salida	0,63	Regular
Quebrada Tabatinga	0,64	Regular

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

De acuerdo con los resultados, las fuentes que presentan las mejores condiciones de calidad (valoradas como buenas), son: caño El Garcero, quebrada El Águila y Laguna NN2 río Carare. Al otro extremo se sitúa el río Carare, el cual en el punto 3, presentó un índice de calidad con valoración mala, las demás fuentes tienen condiciones aceptables o regulares.

7.1.6 Usos del agua

En términos generales, en toda el área de influencia del proyecto, predomina la producción pecuaria, ganadería extensiva en superficies superiores a 100 ha con 1 o 2 animales por hectárea máximo, el número de personas a cargo de estas haciendas son 10 o menos. Se identifican tres drenajes principales:

Río Carare: ubicado de sur a norte en el extremo oriental del bloque, con un ancho superficial promedio de 100 metros, profundidad desde 1,5 hasta 3 metros y caudal superior a 10 m³/s. Patrón de drenaje meándrico y poco transporte de sedimentos. Se observan fenómenos de socavación lateral en algunos tramos y acumulación de materiales en otros. A pesar de la ganadería extensiva que predomina en la zona, en algunos tramos de la orilla se encuentra bosque nativo.

En este cauce el aprovechamiento del recurso es mínimo, en algunas fincas es utilizado para riego de pequeñas parcelas de banano, en otras es utilizado en algunas actividades de mantenimiento de instalaciones pecuarias. En general es muy poco el uso que se le da al agua del río Carare es utilizado. Solo en una casa se encontró que se utiliza para consumo humano o uso doméstico, los habitantes de la zona son conscientes de la pésima calidad del agua dado que existe actividad minera aguas arriba así que el río es utilizado preferiblemente para pesca. El agua de consumo proviene de pozos profundos o acueducto veredal.

Algunos de los vertimientos de aguas servidas se hacen al río Carare, aunque la mayoría de los usuarios tienen pozo séptico. No existe en la zona ningún sistema de tratamiento de aguas antes de su llegada al río. En algunos casos el agua residual doméstica es descargada a una corriente superficial.

Río San Juan: los caudales registrados al momento de la verificación son de 2 a 10 m³/s en temporada de sequía. El ancho superficial promedio es de 30 metros hasta las orillas, la profundidad del cauce es de 20 hasta 80 cm, aproximadamente. El transporte de sedimentos es bajo, pero la acumulación es bastante, con velocidades bajas y flujo poco turbulento.

El aprovechamiento del río San Juan se hace exclusivamente en actividades pecuarias en el mantenimiento de establos o para beber. En esta zona prevalecen las grandes extensiones de tierra. Aguas arriba en el límite del proyecto se refieren usuarios que toman agua de nacimientos o aljibes ubicados en el mismo predio y hacen descarga directa al río San Juan o al Caño el Cocuy.

Río Magdalena: el ancho superficial del río es de 0,8 a 1,8 Km aproximadamente, transporta gran cantidad de sedimentos y la profundidad mínima observada es de 1,3 aproximadamente y se pueden encontrar máximas de 15 metros aproximadamente. Se han generado gran cantidad de islas por las variaciones de nivel en el río, las cuales son aprovechadas por algunas personas como lugar de

residencia. Presenta un patrón de drenaje meándrico y existen rastros de socavación lateral de gran magnitud.

Un número considerable de personas ubicadas en las orillas del río Magdalena aprovechan esta agua de forma directa para consumo humano y domestico sin tratamientos previos a pesar de ser evidentes las malas condiciones en las que se encuentra el agua. Algunos de los usuarios identificados realizan un tratamiento previo al consumo de manera doméstica utilizando piedra alumbre o cloro. De la misma manera los vertimientos se hacen directamente al río sin ningún tipo de tratamiento, el uso de pozo séptico en la orilla del Magdalena es mínima.

Los habitantes dependen de la pesca en el río y algunas actividades pecuarias en las orillas. Algunos viven en islas del río y su estadía depende directamente de la dinámica del río. En algunas zonas se han establecido comunidades pesqueras que habitan permanentemente en la rivera o islas del río.

De esta forma, desde el punto de vista del uso del recurso hídrico, los intereses de las personas en la zona son: ganadería, consumo y uso doméstico. No existe en la zona ninguna industria, distrito de riego, ni cultivo extenso que tenga grandes demandas de agua y, por los que, actualmente se presente algún conflicto. Los usuarios en la zona de influencia del proyecto que toman agua de los cauces o de pozos profundos no tienen concesiones vigentes con la autoridad autónoma regional competente en la zona. Asimismo, la demanda en las casas ubicadas es pequeña debido que el número de habitantes y dichas demandas se suplen de forma puntual con pequeños caño o pozos profundos, por lo que se considera que, debido a la oferta, no se presentarán conflictos por la demanda de este recurso por parte del proyecto.

7.1.7 Hidrogeología

En el APE VMM-9, el Grupo Real y la Formación Mesa, corresponden a las unidades de interés hidrogeológico, por ser las principales fuentes de explotación de aguas subterráneas por parte de la comunidad y sobre la cual se construyen los aljibes y pozos. El espesor de estas unidades aumenta hacia el oriente hasta encontrarse con la Falla Dos Hermanos la cual expone la Formación Colorado al Suroriente.

En el área del proyecto, afloramientos que corresponden al Grupo Real, se encuentran en la vía a Campo Seco, donde se observan litoarenitas feldespáticas en capas muy gruesas con laminación plana y niveles tabulares y lenticulares de conglomerados matriz soportados, polimígticos mal seleccionados, cuyos clastos tamaño guijo a bloque subangulares redondeados corresponden a cuarzo, rocas sedimentarias y cuarcita se presenta un alto contenido de óxidos de hierro. Asimismo, en la vía a caño Dorada, se observan capas gruesas de lodolitas con laminación. Hidrogeológicamente, esta unidad presenta porosidad primaria, alta variabilidad litológica en la vertical y la horizontal lo que supone un acuífero heterogéneo y anisotrópico, que dará origen a acuíferos confinados y semiconfinados donde las capas arcillosas estén presentes. El espesor de la unidad puede variar entre 1246 y 3900 m.

La Formación Mesa se encuentra aflorando hacia el occidente del APE VMM-9, está constituida por litoarenitas mal seleccionadas, sin planos de estratificación claros y aparición ocasional de costras de cuarzo. Estas litoarenitas están compuestas principalmente por fragmentos de cuarzo, líticos

sedimentarios y en menor proporción de micas (muscovita); estos paquetes están mal seleccionados y poco consolidados por lo que hidrogeológicamente presentan una porosidad primaria. Sobre la Formación Mesa se pueden observar depósitos de origen aluvial correspondientes a clastos redondeados a subredondeados tamaño guijo, poligomícticos (clastos volcánicos y sedimentarios) matriz soportados. Esta unidad es un acuífero disconheterogéneo y anisotrópico con porosidad primaria.

7.1.7.1 Inventario de puntos de captación de agua subterránea

En el área de influencia del componente, se obtuvo un total son 237 captaciones de agua subterránea, correspondientes a 103 pozos profundos, 88 aljibes y 44 manantiales; se incluye en el inventario dos jagüeyes, en razón a que estos constituyen la fuente de abastecimiento principal de los predios donde se encontraban y no por su importancia dentro del estudio del componente hidrogeológico. Estos puntos en su mayoría se ubican al occidente de la quebrada El Cocuy, al oriente el consumo de agua es principalmente de fuentes superficiales, quebradas captadas desde la zona montañosa cuyo transporte a las diferentes fincas y predios se hace por gravedad. El inventario se realizó a partir de visitas realizadas en cada uno de los predios ubicados en la zona de estudio en época de invierno del 13 al 24 de mayo de 2016. La mayoría estos predios cuentan con puntos de captación propios, correspondientes principalmente a pozos profundos, aljibes y manantiales, estos últimos denominados localmente como "Manas" constituyen la reserva en épocas de sequía en razón a su naturaleza perenne y en algunos casos son la fuente principal de abastecimiento por la calidad del agua. Los abastecimientos públicos se encuentran ubicados en los centros poblados de las veredas Sinaí, La Traviata, La Y de la Torre, Curva de La Nubia y Campo Seco.

7.1.7.2 Perfiles geofísicos

Los perfiles geofísicos dan una interpretación regional de los Sondeos geoelectrónicos realizados, por medio de la correlación entre ellos y permiten visualizar los espesores y profundidades de las unidades hidrogeológicas en una dirección determinada, en la cual se muestran las variaciones de resistividades del subsuelo. De manera general, en las secciones planteadas se pueden apreciar paquetes de sedimentos finos, medios y gruesos de areniscas y arcillolitas.

Geológicamente es una cuenca compleja, formada como resultado de varios eventos geológicos, con dos fases tectónicas distintas: una distensiva que se dio en el Mesozoico Temprano y otra compresiva ocurrida en el Cenozoico (Terciario Temprano – Reciente). Desde el Oligoceno Medio hasta el presente, tiene lugar el levantamiento de la Cordillera Oriental, en diferentes pulsos, lo cual se ve reflejado en la migración de facies arenosas hacia el este de la cuenca. Las etapas finales del desarrollo de la cuenca se caracterizan por el depósito de sedimentos aluviales, grueso granulares, y algunos volcánico clásticos asociados a la Formación Real, y Formación Mesa.

Por otro lado, se identificó que las capas de resistividad alta corresponden a depósitos cuaternarios. Las capas de resistividad baja a estratos arcillosos y limosos y las resistividades medias a capas de arenas finas a conglomeráticas de las Formaciones Mesa, Colorado, Grupo Real y Mugrosa.

7.1.7.3 Pruebas de Bombeo

Se llevaron a cabo seis pruebas de bombeo, en pozos existentes en el área de influencia del proyecto. Los datos obtenidos, permiten describir acuíferos conformado por arenas finas y limos, con transmisividad baja, con caudales que pueden ser aprovechados entre 10 y 100 l/s; de acuerdo con los coeficientes de almacenamiento analizados, en el área se consideran acuíferos libres, semiconfinados y confinados.

7.1.7.3.1 Modelo Conceptual

Para la realización del modelo conceptual hidrogeológico del área de estudio, se tuvo en cuenta toda la información adquirida en campo a nivel de geología, hidrología, geofísica, hidroquímica, e hidráulica, lo que permitió definir entre otras características: geometría, límites horizontales y verticales, zonas de recarga y descarga, unidades acuíferas, niveles, calidad del agua, etc. En la Figura R-17 se presenta el esquema del modelo conceptual obtenido y en la Figura R-18 se presenta las unidades hidrogeológicas definidas para el área del proyecto.

Figura R-17 Esquema del modelo conceptual 3D. APE VMM-9

LEYENDA
Base Cuaternario



Grupo Real



Fm. Colorado



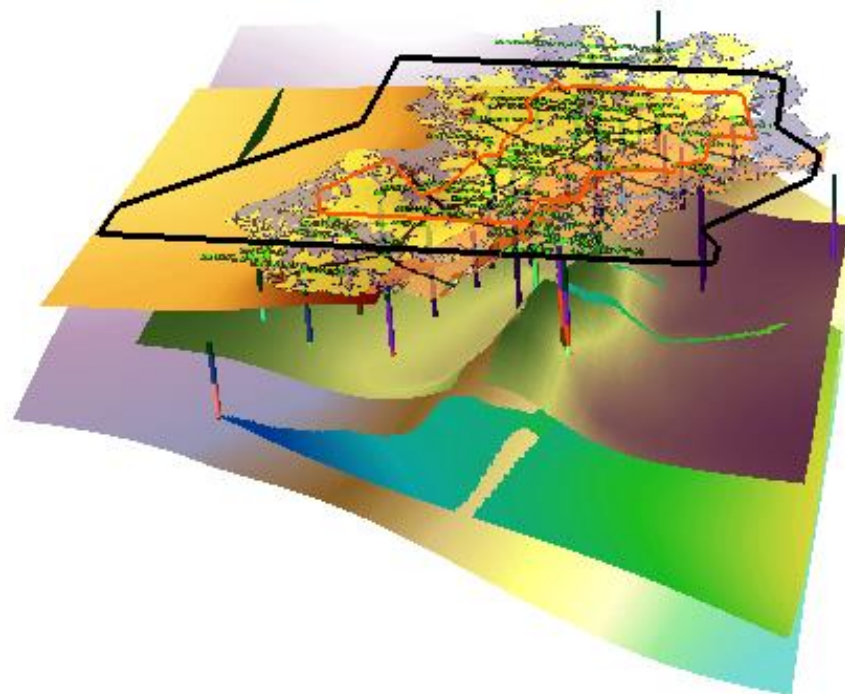
Fm. Mugrosa



Fm. Esmeralda

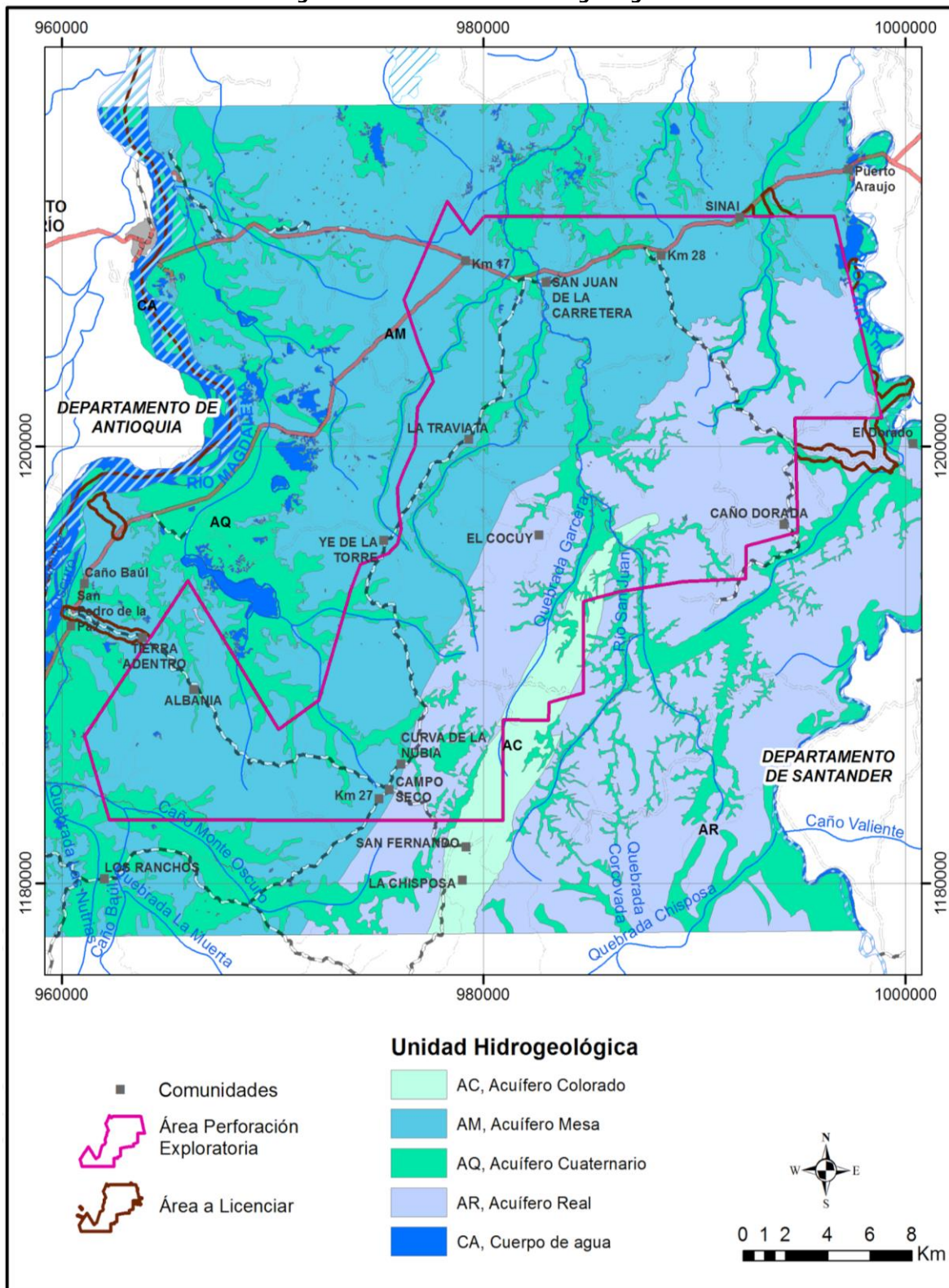


Uk



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-18 Unidades Hidrogeológicas



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7.1.8 Geotecnia

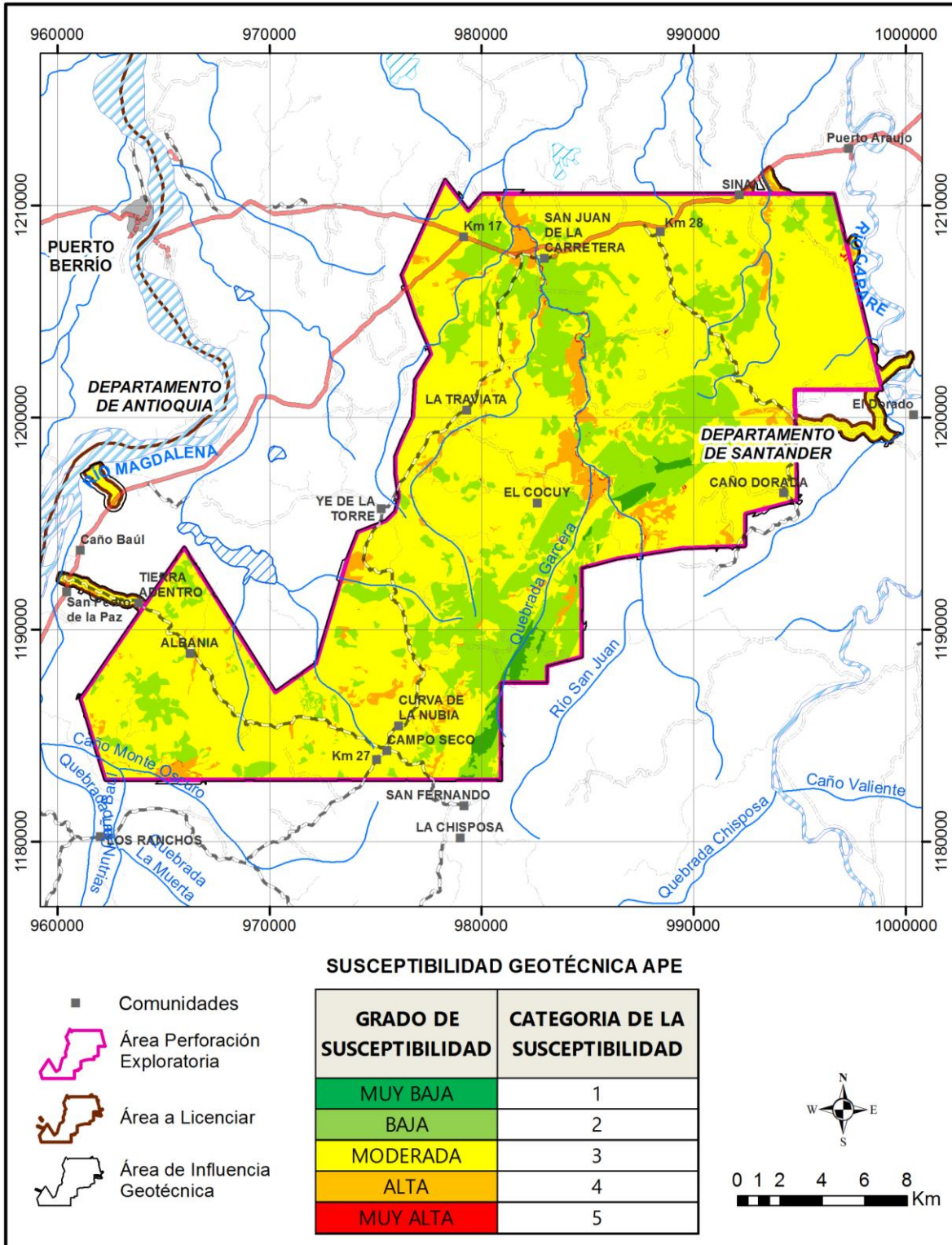
La información geológica, geomorfológica y el reconocimiento de campo, permitieron elaborar la caracterización geotécnica de las unidades geomorfológicas identificadas, que corresponde a la descripción de las características similares de materiales conformantes del terreno y su comportamiento frente a las actividades constructivas que se pueden desarrollar por parte del proyecto en el APE VMM-9. Las variables tenidas en cuenta para el análisis de susceptibilidad geotécnica fueron: litología, geomorfología, tectónica, cobertura vegetal, hidrogeología, hidrología y precipitación. Su interacción para la estimación de la Susceptibilidad Geotécnica se plantea en la siguiente ecuación:

$$\text{Susceptibilidad Geotécnica} = ((\text{Susceptibilidad Litológica}) \times 0,80 + (\text{Susceptibilidad Tectónica}) \times 0,20) \times 0,25 + (\text{Susceptibilidad Geomorfológica}) \times 0,35 + (\text{Susceptibilidad Cobertura Vegetal}) \times 0,15 + (\text{Susceptibilidad Precipitación}) \times 0,10 + (\text{Susceptibilidad Hidrogeológica}) \times 0,05 + (\text{Susceptibilidad Hidrológica}) \times 0,10.$$

Como resultado del procesamiento mediante la metodología propuesta por superposición de mapas ponderados y la aplicación de los valores asignados a cada una de las variables tenidas en cuenta, en el APE VMM-9 se presentan cinco rangos de susceptibilidad geotécnica (Figura R-19).

Del análisis de la susceptibilidad geotécnica se puede concluir que el área del APE VMM-9 y el área a licenciar se encuentran dentro de rangos de susceptibilidad entre muy baja y muy alta, para las condiciones actuales de la zona de estudio. La mayor parte del área a licenciar corresponde a categoría de susceptibilidad moderada (38.270,50 ha, 72,29%), seguido de la categoría baja (11.345,99 ha, 21,43%); las categorías restantes muy baja, alta y muy alta, ocupan 3.323,35 ha que corresponden a un 6,28%. Este mismo comportamiento se presenta para las unidades de susceptibilidad en el APE VMM-9, donde el mayor porcentaje del área es de susceptibilidad moderada (37.366,13 ha, 71,94%), seguida de la unidad de susceptibilidad Baja (11.338,81 ha; 21,83%).

Figura R-19 Susceptibilidad Geotécnica en el área del APE VMM-9 y en el área a licenciar



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7.1.9 Atmósfera

7.1.9.1 Clima

7.1.9.1.1 Precipitación

Para el análisis de la información de precipitación se utilizó un total de ocho (8) estaciones que se encuentran distribuidas en las inmediaciones del área de estudio. El análisis se basó en análisis de datos diarios de un periodo de 20 años (1984-2014). El promedio de la precipitación total anual de las estaciones utilizadas es de 2938 mm/año. En la estación La Verde, se registra el total anual más alto con 3609 mm/año y la estación Las Ramblas la que registra el menor total anual con 2618 mm/año.

El comportamiento de las precipitaciones es bimodal, típico de esta región del país, con dos periodos de altas precipitaciones comprendido entre marzo a junio y entre septiembre a noviembre. Los periodos de bajas precipitaciones se presentan de diciembre a febrero y el segundo período de junio a agosto. El comportamiento del número de días con lluvia tiene un régimen bimodal similar al de la precipitación total.

7.1.9.1.2 Temperatura

Para el análisis de este parámetro se contó con la información de tres estaciones. La temperatura media en el área del proyecto presenta un comportamiento bimodal, inverso al patrón de precipitaciones; en los primeros meses del año se registran los mayores valores de temperatura media mensual, siendo superiores en la estación de Puerto Berrío que se encuentra a la altura del río Magdalena (150 m.s.n.m.) y las menores en la estación de Cimitarra que se encuentra a una elevación de 300 m.s.n.m.; presentando una variación de temperatura media anual, entre 26 a 28 °C.

7.1.9.1.3 Brillo solar

Los valores máximos se presentan en los meses de bajas precipitaciones, específicamente de junio a agosto. Marzo presenta en promedio, las menores horas de brillos solar.

7.1.9.1.4 Evaporación

En el área de estudio, la evaporación presenta un régimen de tipo bimodal; a lo largo del año se presentan los valores más altos de enero a marzo y entre junio a agosto. Los valores más bajos se presentan de octubre a noviembre. El valor total anual es de 1622,5 mm/año y 1509,9 mm/año, en cada una de las estaciones.

7.1.9.1.5 Zonificación climática

Debido a la baja variación espacial de la precipitación y temperatura, toda el área del proyecto se encuentra en un solo tipo de clima, clasificado como Cálido Húmedo (CH), de acuerdo con la metodología de Caldas-Lang requerida por la Geodatabase del Ministerio de Medio Ambiente. El clima cálido húmedo corresponde a un rango de temperatura mayor a 24 °C y rango de precipitación de 2000 mm/año a 3000 mm/año.

7.1.9.2 Calidad del aire

Para el modelo de dispersión de contaminantes, se empleó el software AERMOD VIEW, que calcula la dispersión por medio de un modelo gaussiano, ya que las características de las fuentes de emisión de la zona de estudio pueden adecuarse a las condiciones requeridas por el software, los datos modelados son datos supuestos que son principalmente los disponibles y asequibles. Posterior al procesamiento de la información se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se realizaron tres escenarios de modelación para APE VMM-9 de donde es posible pronosticar las áreas de mayores concentraciones de contaminantes durante la línea base, y la proyección del campo con datos meteorológicos modelados y provenientes del monitoreo de calidad del aire.
- Se realizó un inventario de fuentes de emisión (fijas y lineales) del proyecto a partir de información suministrada por GEOTEC INGENIERÍA LTDA. estableciendo el aporte de los contaminantes de interés en la columna de aire de acuerdo con la información disponible y se obtuvo información cartográfica la cual aportó a caracterizar las variables de la modelación.
- Para la modelación realizada con diferentes tiempos de ponderación dentro de un año de datos meteorológicos provenientes de un modelo de pronóstico WRF, se presentaron concentraciones por encima de la norma para los contaminantes evaluados PST (24 horas y anual) y NO₂ (24 horas); es por esto, que se infiere afectación al entorno del APE VMM-9 durante el periodo anual modelado. Asimismo, se identificaron las mayores áreas de concentración en cercanías a la vía en el sector de Albania que comunica a San Fernando bajo el alcance del modelo realizado, y las concentraciones de los diferentes contaminantes en resumen fueron:
 1. La concentración máxima estimada en el modelo de material particulado PST, PM10 y PM2.5 fue de:
 - 199.8 µg/m³, 34.1 µg/m³ y 4.1 µg/m³ escenario línea base 24 horas las cuales no superan la norma.
 - 201.9 µg/m³, 34.7 µg/m³ y 4.5 µg/m³ escenario proyectado 24 horas las cuales no superan la norma.
 - 37.4 µg/m³, 6.5 µg/m³ y 0.8 µg/m³ escenario línea base anual las cuales no superan la norma.
 - 64.5 µg/m³, 9.9 µg/m³ y 1.7 µg/m³ escenario proyectado anual las cuales no superan la norma.
 2. La concentración máxima estimada en el modelo para dióxido de nitrógeno (NO₂) fue de 49.3 µg/m³ para 24 horas, 11.5 µg/m³ para el promedio anual en el escenario línea base, y de 218.1 µg/m³ para 24 horas y 48.8 µg/m³ para el promedio anual en el escenario proyectado.
 3. La concentración máxima estimada en el modelo para el escenario proyectado de dióxido de azufre (SO₂) fue de 0.01 µg/m³ para promedio 24 horas y 0.003 µg/m³ para el promedio anual en el escenario línea base, y de 2.9 µg/m³ para 24 horas y 0.7 µg/m³ para el promedio anual en el escenario proyectado, los cuales no superan los límites permisibles ni los estados de prevención, alerta o emergencia en el caso del escenario 24 horas. Este contaminante está

asociado a las fuentes de combustión interna ocasionada por fuentes fijas y los vehículos de acuerdo con el porcentaje de azufre en el combustible.

4. Las concentraciones máximas estimadas en el modelo del escenario proyectado para monóxido de carbono fueron de $7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio 8 horas y $52.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio horario en el escenario línea base; y de $174.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio 8 horas y $1129.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio horario en el escenario proyectado. Dichos valores se encuentran muy por debajo de los límites permisibles de la normatividad vigente.
 - De acuerdo con la modelación realizada a diferentes tiempos de ponderación dentro del periodo de la campaña de monitoreo (mayo-junio 2016 datos meteorológicos provenientes de estaciones automáticas de monitoreo), se presentaron concentraciones por encima de la norma solamente para el contaminante PST (24 horas y anual); por lo que se infiere hay afectación al entorno cercano durante el periodo de monitoreo modelado. Asimismo, se identificaron las mayores áreas de concentración en las mismas áreas identificadas para la modelación anual (con datos modelo de pronóstico WRF) bajo el alcance del modelo realizado, y las concentraciones de los diferentes contaminantes, así como su comparación con las concentraciones obtenidas del monitoreo en resumen fueron:
5. Las concentraciones máximas estimadas en el modelo para el escenario campaña de monitoreo proyectado de material particulado PST, PM10 y PM2.5 fueron de:
 - $363.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $62.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ escenario 24 horas de las cuales supera la norma en PST.
 - $163.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $28.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ escenario promedio campaña.

Se aprecia que las concentraciones de PST, PM10 y PM2.5 obtenidas de la modelación son superiores comparadas con las concentraciones del modelo anual proyectado relacionado con la incidencia de la meteorología particular en las condiciones del monitoreo. Se aprecia que las concentraciones obtenidas de la modelación son bajas comparadas con las concentraciones del monitoreo de calidad del aire, por lo que se infiere que el aporte de las emisiones generadas por APE VMM-9 en el escenario proyectado es bajo y sumado a las concentraciones encontradas en mayo-junio de 2016 no superarían los límites normativos establecidos en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT.

6. La concentración máxima estimada en el modelo para dióxido de nitrógeno (NO_2) fue de $111.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas y $81.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio campaña de monitoreo.

De acuerdo con las predicciones realizadas en el modelo, las concentraciones diarias son superiores en relación a las concentraciones reportadas de la calidad del aire efectuada en la campaña de monitoreo, debido a la incidencia de óxido nítrico (NO) que se puede presentar en mayores cantidades en cercanías a las fuentes y una baja concentración de NO_2 , a medida que se aleja de la fuente se incrementa el NO_2 pero la dispersión en una mayor área hace que de igual manera se reduzca la concentración obteniéndose que en todos los casos el aporte de las fuentes fijas o chimeneas en APE VMM-9 representen un bajo aporte en relación a las

concentraciones de la calidad del aire en la zona industrial evaluada al estar por debajo de los límites permisibles.

7. La concentración máxima estimada en el modelo para el escenario correspondiente al periodo de dióxido de azufre (SO_2) fue de $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un tiempo de exposición de 24 horas y $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el promedio campaña de monitoreo, los cuales no superan los límites permisibles ni los estados de prevención, alerta o emergencia para un tiempo de exposición de 24 horas, conforme a lo establecido por la norma.

Se aprecia que las concentraciones obtenidas de la modelación son en su mayoría inferiores comparadas con las concentraciones del monitoreo de calidad del aire, por lo que se infiere que el aporte de las emisiones generadas por APE VMM-9 en el escenario proyectado altera poco la calidad del aire; asimismo, las concentraciones obtenidas en conjunto con las presentadas en el monitoreo de calidad del aire en mayo-junio de 2016 no superarían los límites normativos establecidos en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT.

8. Para el monóxido de carbono, las concentraciones máximas estimadas en el escenario correspondiente a la campaña de monitoreo fueron de $214.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio 8 horas y $994.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio horario, apreciándose que las concentraciones obtenidas de la modelación son inferiores comparadas con las concentraciones del monitoreo de calidad del aire, por lo que se infiere que el aporte de las emisiones generadas por APE VMM-9 en el escenario proyectado no altera significativamente la calidad del aire. Asimismo, las concentraciones obtenidas por la modelación al ser sumadas con las presentadas en el monitoreo de calidad del aire (mayo-junio 2016) no superan los límites normativos establecidos en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT.

- Para los receptores cercanos a las fuentes de emisión consideradas en APE VMM-9 se observan concentraciones en los receptores por encima de la normatividad vigente para PST en Hacienda la Gorgonia y la Albania en ambos escenarios, en Hacienda la Gorgonia para NO_2 escenario actual ponderación horaria y para varios receptores en el escenario proyectado para NO_2 ponderación horaria; así mismo, pueden apreciar incrementos de las concentraciones de 0.95 a $199.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PST, 0.17 a $34.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, 0.06 a $4.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5, 0.77 a $47.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NOx, 0.002 a $0.013 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 en el escenario actual, y de 0.95 a $199.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PST, 0.38 a $34.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, 0.23 a $4.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5, 7.02 a $93.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NOx, 1.11 a $15.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 en el escenario proyectado para el tiempo de ponderación 24 horas en los distintos receptores identificados, es de esperar estos incrementos debido al aporte de la operación del proyecto en las diferentes locaciones y el aporte del incremento de vehículos de tráfico pesado en la operación del proyecto.

Las condiciones proyectadas para cada caso indican que los efectos de las fuentes evaluadas sobre las concentraciones del contaminante evaluados en la calidad del aire en el área de influencia de APE VMM-9 (concentraciones de fondo), son tales que generan sobrepasos a los Niveles establecidos en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud para los parámetros NO_2 y PM10, y ninguno de los contaminantes genera sobrepaso a los límites establecidos por la norma nacional de Calidad del Aire (Resolución 610 de 2010 del MAVDT).

En cuanto a los receptores en las condiciones proyectadas para cada caso indican que los efectos de las fuentes evaluadas sobre las concentraciones del contaminante evaluados en la calidad del aire sobre los mismos, son tales que generan sobrepasos a los Niveles establecidos en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud para el parámetro PM10, y ninguno de los contaminantes genera sobrepaso a los límites establecidos por la norma nacional de Calidad del Aire (Resolución 610 de 2010 del MAVDT).

- Estadísticamente no se observa una correlación homogénea entre los datos monitoreados y los datos modelados, presentando la menor correlación para la estación 3 la mayor en la estación 1. Las diferencias encontradas entre los resultados modelados y monitoreados se deben en primera instancia al grado de aproximación de las emisiones según la información entregada y el proceso de cálculo asociado a cada una de las fuentes contempladas.

Se observa una correlación global de -0.16, lo que indica un bajo grado de correlación entre los datos obtenidos y los modelados, un SESGO promedio de $25.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lo que indica que para esta fuente el aporte de material particulado solo está asociado en una parte a las fuentes incluidas dentro de la modelación, y se obtuvo el mayor Índice de evaluación o concordancia en la estación E-3 obteniendo un valor de 0.42, lo que indica que para este punto se obtuvo el mejor conjunto de variables estadísticas.

7.1.9.3 Ruido

Al comparar los resultados obtenidos en las modelaciones de ruido para el área de influencia del APE VMM-9, se estableció lo siguiente:

- Se observa una diferencia de hasta 41 dB entre las isófonas del día hábil y las isófonas del día festivo en zonas cercanas a las vías en construcción (acceso km 28 y acceso Los Mangos). Por otro lado, teniendo en cuenta las zonas alejadas de las vías en construcción y las locaciones como las intermediaciones de Ruta del Sol donde se aprecia, se aprecia una diferencia de hasta 5 dB en zonas específicas producto de las variaciones climáticas día noche.
- Las barreras naturales están distribuidas homogéneamente en los alrededores de las vías y las fuentes fijas de emisión; y generaron leves cambios en la curvatura de las isófonas de hasta 1 dB entre distancias de 200 m para las isófonas más alejadas de las fuentes (5-30dB).
- Se aprecian aumentos de hasta 15.7 dB en el horario diurno y de hasta 1.2 dB en el horario nocturno al comparar los valores modelados sobrepuestos al ruido de fondo con los valores de ruido obtenidos en el monitoreo por lo que se infiere hay alteración a los NPS sobre los puntos identificados del monitoreo de ruido ambiental; sin embargo, los niveles presentados en el monitoreo de ruido o línea base ya presentaban sobrepaso a los niveles normativos en ambas jornadas.
- Sobre los receptores evaluados en cuanto a ruido se refiere, fueron comparados con el nivel más restrictivo dado por la Resolución 627 de 2006 del MAVDT hoy MADS (Sector D). Al sobreponer

los resultados modelados en los receptores con los NPS de fondo del área de estudio todos los niveles se encontraron por encima de los límites permisibles obteniéndose valores oscilantes de 0 a 77.6 dB en el horario diurno y de 0 a 65.4 dB en el horario nocturno siendo los receptores más afectados a las obras civiles en las vías de acceso principales y a los equipos de las locaciones proyectadas. En general sin considerar el ruido de fondo los NPS obtenido en los receptores presenta sobrepaso normativo en un 19% en el horario diurno y un 19% en el horario nocturno teniendo en cuenta las 15 comunidades y los 162 receptores cercanos a las fuentes de ruido consideradas

- De acuerdo con la información del proyecto en el área de estudio no se presentan áreas de importancia para la conservación de las aves AICAS de interés que puedan ser afectadas por el ruido generado por las vías y la operación del proyecto.

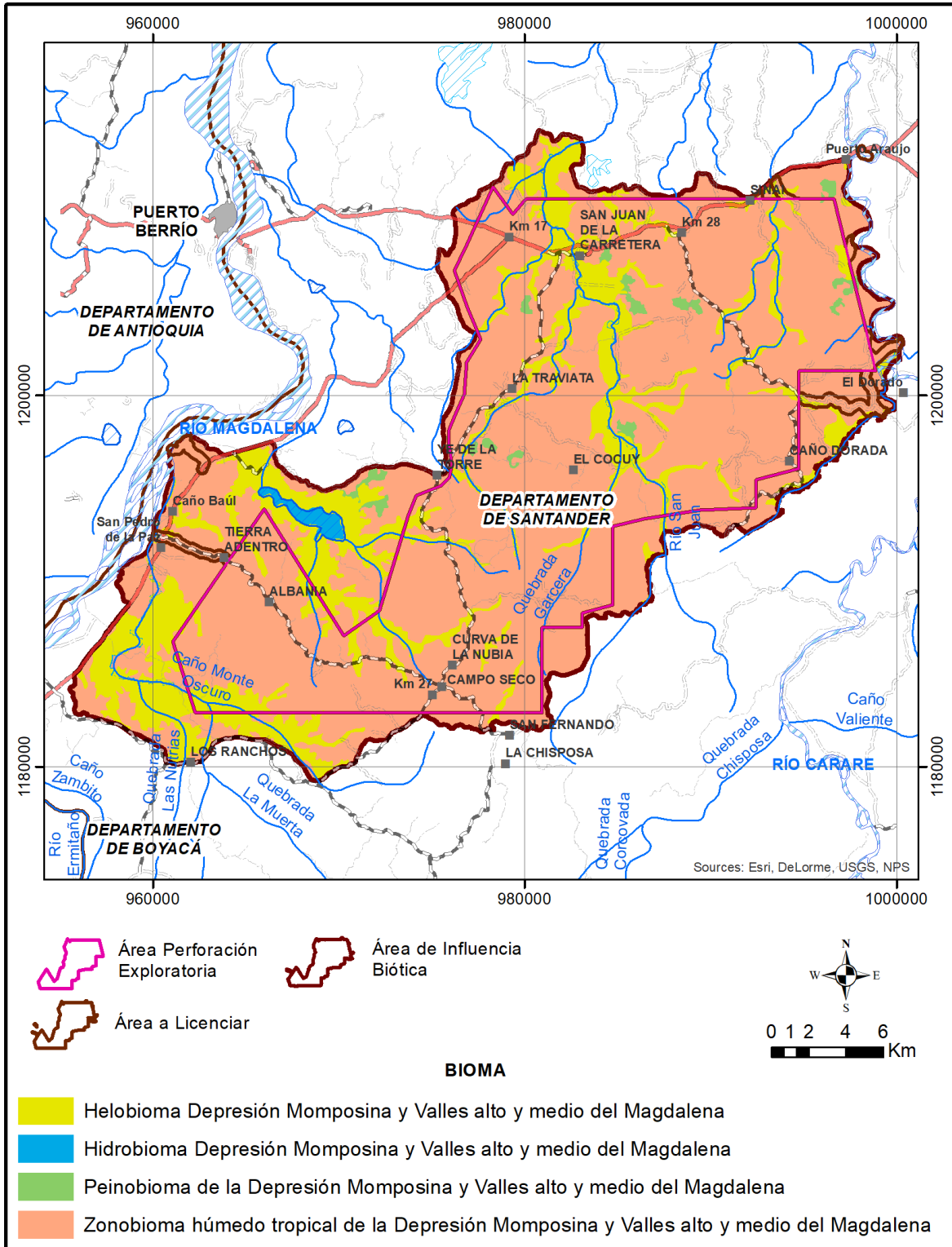
7.2 Medio Biótico

Para la obtención de los ecosistemas a escala 1:25.000 se tomaron los biomas identificados en el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia⁶, escala 1:100.000 (IDEAM, 2015) y se cruzaron con la cobertura interpretada para la zona de estudio, la zonificación climática y las unidades geomorfológicas. El mapa de IDEAM presenta una división entre los biomas terrestres y acuáticos. Los biomas acuáticos incluyen los cuerpos de agua (hidrobiomas) tanto lenticos como loticos (ríos, lagos, lagunas y ciénagas), y las zonas de inundabilidad temporal (helobiomas) como zonas pantanosas, vegetación acuática sobre cuerpos de agua y bosques inundables.

En la Figura R-20 se observa la distribución de los biomas dentro de la zona de estudio, estando el Gran Bioma del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical compuesto por otros biomas de acuerdo a las características de inundabilidad estacional (Helobioma), a la presencia de cuerpos de agua (Hidrobiomas) y a la escasez de nutrientes en el suelo (Peinobiomas).

⁶ <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/Presentaci%C3%B3n+final+mapa+ecosistemas.pdf/c33bef40-e727-49db-8fb7-4201cfa37af>

Figura R-20 Biomas en el área de influencia



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Respecto a las zonas de vida o formaciones vegetales, el área de influencia del proyecto según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979), corresponde al Bosque Húmedo Tropical (bh-T), esta formación se fundamenta en características climáticas como la precipitación anual, la biotemperatura y la evapotranspiración; y no hace referencia al tipo de cobertura que se presenta en la zona. Se define como aquella formación vegetal que se distribuye por debajo de los 1000 metros de altitud; presenta una temperatura media superior a 24 °C y un promedio de lluvia entre 2.000 y 4.000 mm anuales. El relieve es plano a ondulado, con algunas zonas de pendiente en las estribaciones de las serranías y depresiones de los ríos interandinos.

Estos bosques están conformados por árboles con alturas entre los 25 y 35 metros. Sin embargo, algunos individuos alcanzan alturas cercanas a los 50 metros; presenta varios estratos arbóreos de gran diversidad florística y un sotobosque con abundantes hierbas, arbustos y lianas; la humedad del ambiente provoca la proliferación de epífitas y parásitas en las ramas y en los troncos⁷. Los bosques húmedos tropicales son ecosistemas de gran complejidad estructural y ambiental, además albergan la mayor diversidad de especies en el mundo, concentrando cerca del 50% de las especies identificadas.

De otro lado, el análisis de las coberturas se realizó mediante la interpretación visual de imágenes de satélite Rapideye, con una unidad mínima de mapeo de 1.5 ha y una escala de edición que varía entre 1:3000 a 1:5000 de acuerdo a la calidad de las imágenes.

De acuerdo con la interpretación realizada y luego de la comprobación de campo se estableció la leyenda para el mapa de cobertura, teniendo en cuenta los niveles de categoría, subcategoría y unidad de cobertura terrestre (Tabla R-21). En total se encontraron 18 unidades de cobertura, clasificadas en las cinco (5) categorías según la Leyenda de CORINE Land Cover.

Tabla R-21 Categorías, subcategorías y unidades de cobertura terrestres presentes en el área de influencia

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	COBERTURA	SÍMBOLO	CÓDIGO
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido urbano discontinuo	Tud	112
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Red vial y territorios asociados	Rv	1221
TERRITORIOS AGRÍCOLAS	Pastos	Pastos limpios	Pl	231
		Pastos arbolados	Pa	232
		Pastos enmalezados	Pe	233
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mpen	243
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque denso alto	Bda	3111
		Bosque fragmentado	Bf	313
		Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bfvs	3131

⁷ Espinal L. y Montenegro, E. Formaciones vegetales de Colombia. En: Rangel, J. O., Lowy, P.D. P.D., Aguilar, M. y Garzón, A. Tipos de vegetación en Colombia. Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común. Colombia Diversidad Biótica II. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, p. 378.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	COBERTURA	SÍMBOLO	CÓDIGO
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Vegetación secundaria en transición alta	Vsa	3231
		Vegetación secundaria en transición baja	Vsb	3232
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Arenales	Are	3312
		Tierras desnudas y degradadas	Tdd	333
		Zonas quemadas	Zqm	334
ÁREAS HÚMEDAS	Áreas húmedas continentales	Zonas pantanosas	Zpn	411
		Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Vaa	413
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Ríos	R	511
		Lagos, lagunas y ciénagas naturales	LI	512

Fuente: Categorías presentes en el AI del VMM-9, según la Leyenda de CORINE Land Cover.

El mapa de cobertura muestra que la mayoría de las tierras se encuentran en la categoría de territorios agrícolas con 69% para del área de influencia, seguido de los bosques y áreas semi-naturales con 26% del área (Tabla R-22).

Tabla R-22 Categorías, subcategorías y unidades de cobertura terrestres presentes en el área de influencia biótica

CATEGORÍA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	25,78	0,03
TERRITORIOS AGRÍCOLAS	53.054,80	69,03
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	19.735,50	25,68
ÁREAS HÚMEDAS	3.458,41	4,50
SUPERFICIES DE AGUA	583,13	0,76
TOTAL	76.857,61	100,0

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Como resultado de la interpretación visual y la comprobación de campo, se generó el mapa de Unidades de cobertura terrestre. La cobertura más predominante es el mosaico de pastos con espacios naturales con un 28,16% del área. En segundo lugar, se presenta los pastos limpios con un 24,50% del área, debido a la intensidad de la ganadería en la zona. En cuanto a las coberturas naturales la más predominante es el bosque denso alto con un total del 13,41% de la extensión de del AI Biótica (Tabla R-23).

Tabla R-23 Unidades de cobertura de la tierra presentes en el AI biótica

CÓDIGO	COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
112	Tejido urbano discontinuo	Tud	13,54	0,02%
1221	Red vial y territorios asociados	Rv	12,24	0,02%
231	Pastos limpios	Pl	19725,72	25,67%
232	Pastos arbolados	Pa	267,49	0,35%
233	Pastos enmalezados	Pe	11077,63	14,41%
243	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mpen	21983,96	28,60%
3111	Bosque denso alto	Bda	9638,20	12,54%

CÓDIGO	COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
313	Bosque fragmentado	Bf	1667,77	2,17%
3131	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bfvs	997,75	1,30%
3231	Vegetación secundaria en transición alta	Vsa	1614,52	2,10%
3232	Vegetación secundaria en transición baja	Vsb	5087,57	6,62%
3312	Arenales	Are	12,82	0,02%
333	Tierras desnudas y degradadas	Tdd	590,24	0,77%
334	Zonas quemadas	Zqm	126,62	0,16%
411	Zonas pantanosas	Zpn	2888,71	3,76%
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Vaa	569,69	0,74%
511	Ríos	R	195,07	0,25%
512	Lagos, lagunas y ciénagas naturales	LI	388,06	0,50%
TOTAL			76857,61	100

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Para el análisis de la composición florística y estructural de las coberturas vegetales presentes en el área de perforación exploratoria VMM-9, se realizaron 44 parcelas, de las cuales nueve corresponden a bosque denso, 16 a bosque fragmentado, 10 se realizaron en la cobertura de vegetación secundaria y nueve en la cobertura de pastos con espacios naturales.

En la Tabla R-24 se presentan las especies que registraron el mayor número de usos, mediante la cual se puede observar que *Ceiba pentandra* (Ceiba bonga), es una de las especies más utilizadas, pues no solo constituye el alimento de la fauna, sino que también se emplea en la construcción de viviendas, para la fabricación de utensilios y herramientas, entre otros.

Tabla R-24 Usos de las 15 especies más representativas del APE VMM-9

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Alimentación animal	Alimentación humana	Construcción	Medicinal	Ornamental	Utensilios y herramientas	Combustible	Colorantes	Artesanal	Cosmético	Industrial	Maderable	Reforestación	Protección de cuencas	Total usos por especie
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba bonga	X		X			X	X		X		X				6
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Ceiba arracacha	X		X	X			X		X		X				6
<i>Annona mucosa</i>	Anón	X	X	X			X	X								5
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Chicharrón	X		X	X			X			X					5
<i>Carludovica palmata</i>	Palmicha		X	X	X		X			X						5
<i>Coussapoa villosa</i>	Sapá	X	X	X				X	X							5
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	X		X	X					X			X			5
<i>Trema micrantha</i>	Jalapo			X	X			X		X						4
<i>Chrysochlamys colombiana</i>	Chagualo	X						X						X	X	4

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Alimentación animal	Alimentación humana	Construcción	Medicinal	Ornamental	Utensilios y herramientas	Combustible	Colorantes	Artesanal	Cosmético	Industrial	Maderable	Reforestación	Protección de cuencas	Total usos por especie
<i>Inga cylindrica</i>	Guamo rosado	X	X	X				X								4
<i>Inga oblanceolata</i>	Guamo	X	X	X				X								4
<i>Inga oerstediana</i>	Guamo hojianocho	X	X	X				X								4
<i>Inga vera</i>	Guamo rabo de mico	X	X	X				X								4
<i>Trichilia pallida</i>	Guacharaca			X	X			X		X						4
<i>Brosimum alicastrum</i>	Guáimaro	X			X		X					X				4
<i>Brosimum guianense</i>	Leche perra, Sandé															

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Asimismo, para determinar el estado de conservación de las especies identificadas en el inventario forestal desarrollado, se consultó la lista roja de especies de la UICN, la Resolución 0190 de 2014 y los libros rojos de plantas de Colombia y los apéndices del CITES (Tabla R-25).

Tabla R-25 Especies en categorías de amenaza

ESPECIE	UICN	RESOLUCIÓN 0192/2014	LIBROS ROJOS DE PLANTAS DE COLOMBIA	CITES
<i>Licania arborea</i>	-	EN	-	-
<i>Licania platypus</i>	-	EN	-	-
<i>Cedrela odorata</i>	VU	EN	EN	Apéndice III
<i>Astrocaryum malybo</i>	-	EN	-	-
<i>Gustavia dubia</i>	-	VU	-	-
<i>Gustavia longifuniculata</i>	-	EN	-	-
<i>Cariniana pyriformis</i>	NT	CR	CR	-
<i>Cavanillesia platanifolia</i>	NT	-	-	-
<i>Eschweilera sclerophylla</i>	VU	-	-	-
<i>Gustavia longifuniculata</i>	CR	-	-	-
<i>Herrania laciniifolia</i>	CR	-	-	-
<i>Iryanthera megistocarpa</i>	CR	-	-	-
<i>Pouteria calistophylla</i>	VU	-	-	-
<i>Rinorea haughtii</i>	EN	-	-	-
<i>Swartzia robinifolia</i>	EN	-	-	-
<i>Astrocaryum malybo</i>	-	-	EN	-
<i>Attalea nucifera</i>			VU	
<i>Bactris pilosa</i>			NT	

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Adicionalmente, se consultó en la Corporación Autónoma Regional de Santander –CAS- sobre especies vedadas y se encontró la resolución DGL No. 00000469 “*Por la cual se establece la Veda para el Aprovechamiento Forestal de cuatro especies en la Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS*” dentro de las cuatro especies se encuentra el Abarco (*Cariniana pyriformis*) especie que se encontró en la caracterización de flora.

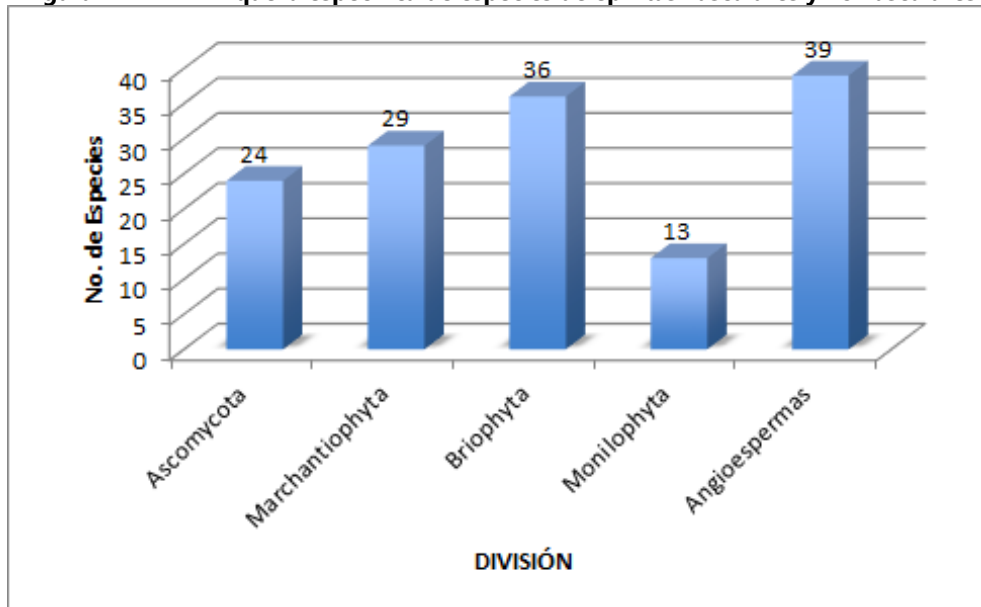
Los ecosistemas boscosos presentan en su mayoría sensibilidad extrema debido a la gran presión que están ejerciendo las actividades ganaderas sobre sus bordes, el ganado va internándose al bosque, generando trochas y entradas, luego el ganadero tala estas zonas y quema los tocones para darle más espacio a los animales, el resultado son pequeños parches de cobertura natural donde la densidad de las poblaciones de fauna y flora son menores.

7.2.1.1 Epifitas

En el proyecto Área de Perforación Exploratoria VMM-9, se colectaron 89 morfoespecies de plantas no vasculares. Se identificaron de la División Marchantiophyta (Hepáticas), un total de 29 especies distribuidas en ocho (8) familias; de la División Briophyta (Musgos) se encontraron 36 especies distribuidas en 15 familias. Además, se evaluaron especies pertenecientes al reino Fungi, División Ascomycota (Líquenes), donde se establecieron 24 especies distribuidas en 16 familias.

Respecto a plantas vasculares se hallaron 39 especies de Angiospermas (plantas con flores) distribuidas en 13 familias y de la División Monilophyta (Helechos y plantas afines), se hallaron 13 especies distribuidas en cuatro (4) familias. La riqueza específica de especies epífitas no vasculares y vasculares del área de estudio se muestra en la Figura R-21, evidenciando que de epífitas no vasculares presenta una mayor riqueza específica la División Briophyta y en el caso de plantas vasculares la Angiospermas.

Figura R-21 Riqueza específica de especies de epífitas vasculares y no vasculares



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

7.2.1.2 Fauna

7.2.1.2.1 Anfibios

Se registró un total de 310 individuos de anuros (orden Anura), pertenecientes a 27 especies, 14 géneros y siete (7) familias. Esta riqueza demuestra alta representatividad regional, pues corresponde al 77,14% del total de especies potenciales listadas para la zona del Magdalena Medio (35 especies). Las familias más representativas en cuanto a proporción de especies fueron Hylidae (41%), Leptodactylidae (26%) y Bufonidae (11%); mientras que las demás familias solo estuvieron representadas por una o dos especies.

La mayoría de especies de anfibios registradas presentaron altos valores de abundancia, dentro de las cuales se destacan las ranas *Dendobates truncatus*, *Dendropsophus microcephalus*, *Scarthyia vigilans*, *Engystomops pustulosus*, *Leptodactylus colombiensis*, *Rhinella humboldti* y *Elachistocleis pearsei*. Otras especies fueron poco abundantes en el muestreo como *Dendropsophus ebraccatus*, *Scinax rostratus*, *Scinax ruber*, *Rhinella sternosignata*, *Elachistocleis panamensis*, *Leptodactylus savagei*, *Scinax x-signatus* y *Phyllomedusa venusta*. Estas especies están relacionadas principalmente a hábitats con coberturas arbustivas, excepto *Scinax ruber*, que utiliza diferentes tipos de hábitats, pero predomina en los cuerpos de agua y zonas intervenidas.

7.2.1.2.2 Reptiles

Se registraron 335 individuos, que pertenecen a 39 especies de reptiles, pertenecientes a 36 géneros y 21 familias de los órdenes Testudines (Tortugas), Squamata (lagartos y serpientes) y Crocodylia (cocodrilianos). Los grupos de reptiles más representativos fueron los lagartos (orden Squamata/Suborden Lacertilia) y las serpientes (orden Squamata/Suborden Serpentes) ambos representados por 16 especies (41% del total). En orden descendente, las tortugas (Testudines) presentaron un 13% de representatividad y finalmente los cocodrilianos (Crocodylia) con el 5%.

Las familias de reptiles con mayor representatividad de especies fueron Colubridae (serpientes no venenosas) con 10 especies y Teiidae (lagartos) con cuatro (4) especies; mientras que el resto de familias están representadas por una o dos especies. Las especies con mayor número de registros fueron los lagartos *Gonatodes albogularis* (75 individuos), *Anolis auratus* (34), *Cnemidophorus lemniscatus* (25), *Basiliscus galeritus* (23), *Basiliscus basiliscus* (21), *Anolis tropidogaster* (21), *Mabuya* sp. (17), y *Loxopholis rugiceps* (16). Dentro de los de mayor tamaño se encuentran la babilla *Caiman crocodilus* (19) y la tortuga *Podocnemis lewyana* (17). Varias especies tuvieron una abundancia media entre 6 y 11 registros, mientras que especies como: *Crocodylus acutus*, *Tupinambis teguixin*, *Ptychoglossus festae*, *Tretioscincus bifasciatus*, *Kinosternon leucostomum* y en general las especies de serpientes como *Oxyrhopus petolarius* presentaron abundancias menores o iguales a cuatro individuos.

7.2.1.2.3 Aves

Durante el estudio se registró un total de 1786 individuos, distribuidos en 20 órdenes, 53 familias y 192 especies. El orden más representativo fue Passeriformes, siendo éste el que más abarca familias de aves para Colombia, con 18 familias registradas, equivalentes al 34%; seguido por los órdenes

Piciformes y Caprimulgiformes, representados cada uno por ocho (8) familias, lo que equivale en cada caso al 8%; el orden Charadriiformes estuvo representado por tres (3) familias, lo que corresponde al 6% y los órdenes restantes tuvieron una representatividad menor del 5%.

La familia más representativa fue Tyrannidae, con el 9% de las especies registradas, dentro de las que se encuentra el bichofué picudo (*Megarynchus pitangua*), el sirirí bueyero (*Machetornis rixosa*), el atrapamoscas orejinegro (*Leptopogon amarocephalus*) y el suelda social (*Myiozetetes similis*). La segunda familia con mayor representatividad fue Trochilidae con 13 especies, representada por el 7% con especies como el colibrí ermitaño (*Phaethornis anthophilus*), el colibrí gorgirrayado (*Phaethornis striigularis*) y el colibrí piquirrojo (*Chlorostilbon gibsoni*). La familia Psittacidae representada por el 6% (11 especies), cuenta con especies como la guacamaya (*Ara ararauna*) y la cotorra (*Pyrilia pyrilia*). La familia Thraupidae, representada con el 5% de las especies registradas (10 especies), contó con especies como dacnis azul (*Dacnis cayana*), eufonia (*Euphonia lanirostris*), guicha hormiguera (*Eucometis penicillata*). Las demás familias tuvieron una representatividad menor al 5%, y el 40% de las familias tuvo una representatividad entre el 2% y el 1%.

7.2.1.2.4 Mamíferos

De acuerdo con los reportes encontrados en literatura científica, para el área del Magdalena Medio en alturas entre los 0 y los 600 m.s.n.m. se encuentra un total de 66 especies potenciales, pertenecientes a 30 familias y diez órdenes. A partir de las técnicas de detección directa e indirecta y las encuestas a los pobladores locales, en el APE VMM-9 fueron registradas 56 especies de mamíferos voladores y no voladores, distribuidos en 26 familias y nueve órdenes, lo cual equivale al 84,8% de la mastofauna con potencial presencia en la zona. Se registraron nueve de los diez órdenes potenciales en la zona de estudio, faltando por registrar el orden Lagomorpha (conejos) ya que no se encontró evidencia de su presencia y, aunque históricamente el área hace parte de su distribución natural, los pobladores y biólogos entrevistados aseguran no haber visto conejos silvestres hace más de siete años. Dentro de los órdenes con mayor representatividad de acuerdo con los potenciales, están el orden Chiroptera (murciélagos), con el registro de 28 de las 30 especies potenciales, Primates con el registro en campo de las cuatro especies potenciales y Carnívora, con registro de ocho de las diez especies potenciales. Estos registros representativos de los órdenes mencionados, se debe a la presencia de bosques consolidados que ofrecen de forma constante alimento para estas especies.

De las 56 especies reportadas, el 80,3% fueron registradas en este estudio por medio de observación directa (en recorridos o captura en trampas o redes de niebla), por rastros o por detección auditiva. El 11% de los registros se realizó a través de entrevistas a pobladores locales y biólogos que trabajan en el área, en proyectos de conservación (Fundación Vida Silvestre). El 9% restante de los registros corresponden a especies reportadas en la caracterización biológica del EIA para el Área de Perforación Exploratoria VMM-37 (estudio ambiental realizado en la región del Magdalena Medio en 2014), teniendo en cuenta que estas especies fueron registros directos en dicho estudio, se consideran con presencia confirmada en la zona.

El orden con mayor número de especies fue Chiroptera (murciélagos), con el 50% de los mamíferos registrados (28 especies), pertenecientes a cuatro familias; seguido por el orden Carnívora, representado por el 14% de las especies registradas, pertenecientes a cuatro familias, y Rodentia (roedores) con el 10,7% (seis especies y seis familias). Los Primates por su parte, están representados

por el 7% con cuatro especies y tres familias. Estos resultados responden a la alta riqueza que tiene el orden de los murciélagos (Chiroptera), siendo el orden más rico de Colombia (198 especies), seguido de los roedores (122 especies).

7.2.1.3 Ecosistemas acuáticos

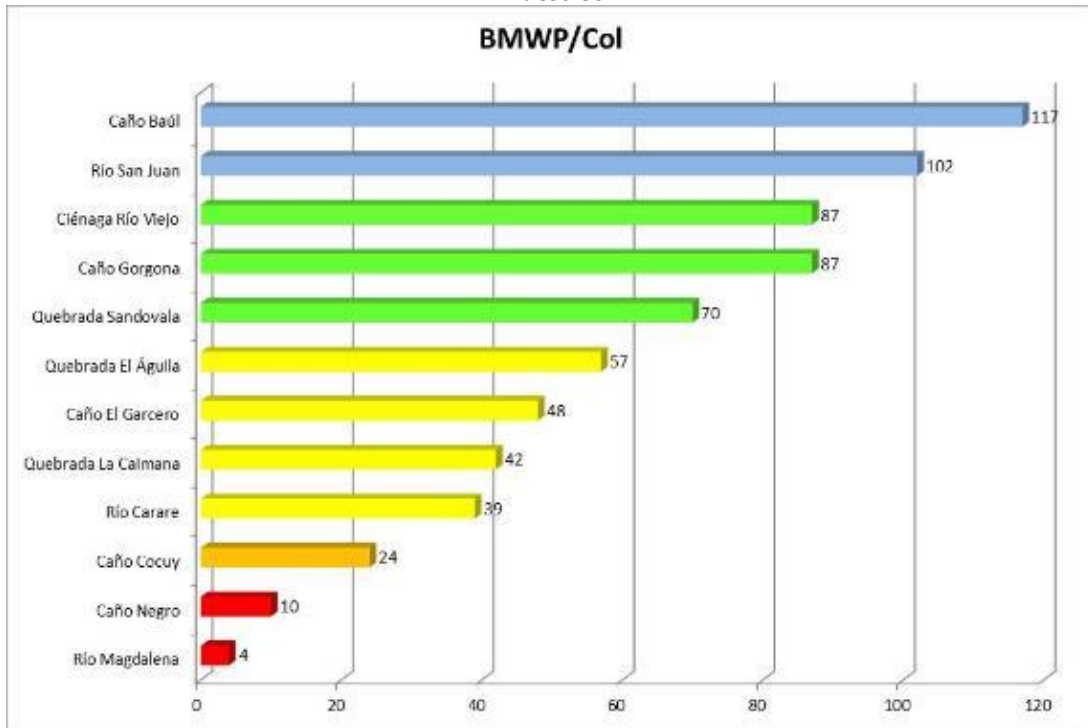
Para analizar la calidad de las aguas, utilizando microorganismos, en este caso del perifiton, del fitoplancton y del zooplancton, se recurre a los índices de diversidad, que son expresiones matemáticas que usan tres componentes de la estructura de la comunidad: la riqueza (número de especies presentes), la equitatividad (uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies) y la abundancia (número total de organismos presentes), para describir la respuesta de una comunidad a la calidad de su ambiente. En ambientes contaminados con desechos orgánicos degradables, la comunidad generalmente responde con un descenso de la diversidad con pérdida de organismos sensibles, aumento en la abundancia de los organismos tolerantes, las cuales se supone tienen una fuente enriquecida de alimentos, y por supuesto un descenso de la equitatividad. En contraste, la respuesta a tóxicos no degradables o contaminación acida, se traduce en un descenso tanto de la diversidad como de la abundancia, así como en la eliminación de organismos sensibles, además, que no existirían fuentes adicionales de alimento para las formas tolerantes.

El índice de Shannon hace presumir aguas muy contaminadas, lo que está relacionado con enriquecimiento por materia orgánica (ICOMO Alto), elevado nivel de sólidos suspendidos (ICOSUS Muy Alto), lo que impide la penetración de la luz y enriquecimiento por nutrientes como el fósforo (ICOTRO que indica ecosistemas meso a eutróficos).

En las subcuencas de los ríos San Juan y Magdalena, los caños Gorgona, El Garcero y Cocuy y de la quebrada Sandovala, se presentó mediana diversidad. Alta diversidad se registró en la microcuenca del caño Baúl y de la quebrada La Caimana, con altas a muy altas dominancias de géneros bioindicadores de aguas enriquecidas. Asimismo, según indica el índice de Shannon, en el río Magdalena se presentan aguas muy contaminadas, mientras que en las demás cuencas se encontró que están medianamente contaminadas. Todo lo anterior concuerda con niveles medios a altos de materia orgánica y naturaleza eutrófica de las aguas.

En la comunidad de macroinvertebrados de los bentos, se presentaron ejemplares indicadores de todas las categorías de calidad de aguas propuestas por Roldán; teniendo como las aguas más afectadas por contaminación, las cuencas del río Magdalena y de los caños Negro y Cocuy (Figura R-22).

Figura R-22 Índice BMWP/Col por microcuencas con los resultados obtenidos en las estaciones de muestreo



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Las cuencas del río Magdalena y del caño Negro, tienen una calidad del agua Muy crítica (Clase V "Aguas fuertemente contaminadas"), lo que representa el 16,7% de las microcuencas estudiadas. Este resultado no se puede tomar como concluyente debido a la baja diversidad encontrada, no porque no exista, sino probablemente por dificultades logísticas al momento de los muestreos y porque solo se tuvieron resultados positivos de ejemplares de una estación de muestreo y solo dos familias para la primera e individuos de tres familias en la única estación de muestreo, en la segunda. Las familias halladas en los bentos del río Magdalena son bioindicadoras de ambientes contaminados. La cuenca del caño Cocuy, resultó con calidad de agua crítica, Clase IV (aguas muy contaminadas). 8,33% de las microcuencas estudiadas. Con presencia de tan solo cuatro (4) familias taxonómicas en dos estaciones de muestreo.

7.2.1.4 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

En el área de influencia biótica, no se presentan áreas protegidas del SINAP o SIRAP; sin embargo, sobresale el complejo de Ciénagas del Magdalena, considerado como uno de los sistemas ecológicos estratégicos para el país, "ya que constituyen un importante patrimonio para la nación debido las funciones ecológicas y suministro de servicios ecosistémicos que presta para la región, como el almacenamiento, abastecimiento de agua, protección contra tormentas y mitigación de crecientes, estabilización de costas y control de erosión, recarga y descarga de acuíferos, depuración de aguas, retención de nutrientes, sedimentos y contaminantes, estabilización de condiciones climáticas locales y regionales, hábitat para fauna y flora, abastecimiento de maderas, alimentos y finalmente beneficios no materiales que conciernen a valores estéticos, espirituales y culturales".

Dentro del complejo de humedales se encuentra el complejo Cachimberos con un área de 77.713,57 ha y que integra a la ciénaga Cachimbero y el Caño Negro. La CAS también identifica las Reservas Naturales de la Sociedad Civil que se encuentran dentro de su jurisdicción, en este listado se cita la Reserva Natural de la Sociedad Civil Finca Agroecológica El Paraíso con una extensión de 241,5 ha y establecida mediante Resolución de Parques Nacionales Naturales No 0082 del 5 de agosto de 2014.

Asimismo, se realizó la consulta de la información generada por las fuentes oficiales en la herramienta de identificación de alertas tempranas de la biodiversidad (Tremarctos Colombia 3.0). El reporte generado indica que el área presenta un grado de afectación crítica, debido a la presencia no sólo de las aguas continentales, sino de los bosques densos del Helobioma y Zonobioma del Magdalena Caribe y también zonas catalogadas como suelos de protección.

Finalmente, según el Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT, los suelos de protección están constituidos por zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualquiera de las clases de suelo identificadas, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

7.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

La zona de interés para el estudio está conformada por 20 comunidades; las cuales, a su vez, se encuentran distribuidas en nueve veredas reseñadas por el PBOT municipal (Tabla R-26). Asimismo, cabe resaltar que todas las unidades territoriales se encuentran bajo jurisdicción del municipio de Cimitarra (Santander), en un área que históricamente ha sido conocida como “La Trocha”.

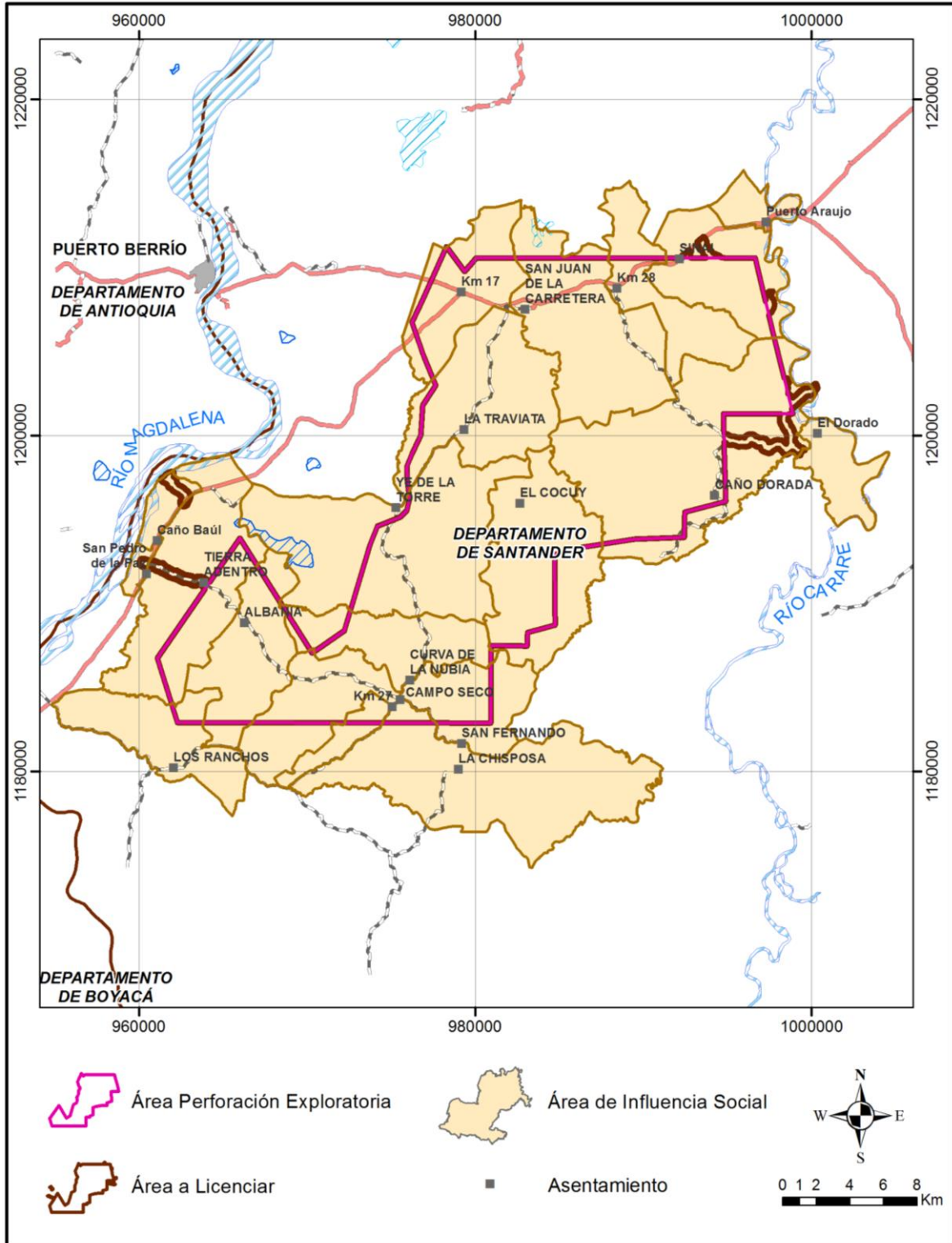
Tabla R-26 Área de influencia del medio socioeconómico y cultural

VEREDA TIERRADENTRO	VEREDA CAMPO SECO	VEREDA EL ÁGUILA
Albania Tierra Adentro San Pedro de la Paz Caño Baúl	De la vereda de Campo Seco: Campo Seco Curva de la Nubia	De la vereda El Águila: Puerto Araujo (Los Lagos) Puerto Araujo Sinaí Km 28 Caño Dorada
VEREDA YE DE LA TORRE	VEREDA CANIME	VEREDA SAN FERNANDO
De la vereda De la Torre: Ye de la Torre El Cocuy	De la vereda Canime: El Dorado	De la vereda San Fernando: San Fernando
VEREDA SAN JUAN	VEREDA LA CHISPOSA	VEREDA CAÑO BAÚL
De la vereda San Juan: Km 17 La Traviata San Juan de la Carretera	De la vereda La Chisposa: La Chisposa Km 27 (El Sol)	De la vereda Caño Baúl: Los Ranchos

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

De estas comunidades, cuatro corresponden a puntos de captación y vertimientos: Puerto Araujo, El Dorado, caño Baúl y San Pedro de la Paz; las otras comunidades restantes se encuentran relacionadas con el área de perforación exploratoria. En la Figura R-23 se presenta el AI del medio socioeconómico y cultural.

Figura R-23 Área de influencia socioeconómica y cultural



Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Con el objetivo de identificar tempranamente los actores y comunidades que harían parte del estudio, se realizaron actividades de reconocimiento inicial denominadas “scouting” en el mes de noviembre de 2015, con las cuales se obtuvo un primer mapa de líderes sociales con quienes se desarrolló la Fase 0 de acercamiento inicial. Posteriormente, se desarrollaron las fases de socialización determinadas por los términos de referencia en su anexo social para exploración de yacimientos no convencionales (Figura R-24).

Figura R-24 Proceso de participación y socialización con las comunidades del APE VMM-9



Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Dentro de los momentos de participación de las comunidades, el taller de impactos (Etapa 2 en el esquema de este estudio) reviste una importancia vital ya que con sus resultados se modela la identificación y valoración de impactos para el medio socioeconómico. El ejercicio fue realizado en todas las comunidades del área de influencia.

7.3.1.1 Componente demográfico

La caracterización demográfica de las unidades territoriales mayores se elaboró a partir de fuentes secundarias incluyendo el Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 “Cimitarra, social y participativa”; el Plan de Desarrollo Municipal (2016) “De corazón por Cimitarra”; el Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Cimitarra (2001); las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE; el “Documento de análisis, caracterización y divulgación histórico, geográfica, social, cultural, y turística del núcleo de desarrollo provincial del Carare Opón” de la Gobernación de Santander (2006); el Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud de la Secretaría de salud de Cimitarra (2014) y el informe del Grupo de Memoria Histórica “El Orden Desarmado” (2011).

El análisis demográfico del municipio de Cimitarra indica que su poblamiento se dio por migraciones esporádicas hacia el territorio, con la llegada de población en diferentes momentos, a causa de proyectos de construcción vial, bonanzas y programas estatales de colonización de baldíos. La población ha mantenido un aumento constante en los últimos años; la estructura poblacional muestra una pirámide de tipo “progresiva”, con un alto índice de natalidad y mortalidad; y la distribución de la población se ha mantenido constante, con la mayor parte de la población en el área rural y una proporción simétrica entre hombres y mujeres.

La dinámica poblacional del municipio de Cimitarra muestra una tendencia demográfica creciente. Al analizar las cifras aportadas por los censos del año 1993 y del 2005 y comparar estos datos con las proyecciones de población del DANE para los municipios del país, es posible evidenciar un incremento en el número de habitantes del municipio (Tabla R-27).

Tabla R-27 Población total, Cimitarra

Municipio	Censo 1993	Censo 2005	Proyección DANE 2008	Proyección DANE 2011	Proyección DANE 2016
Cimitarra	23.352	34.293	37.227	40.299	45.901

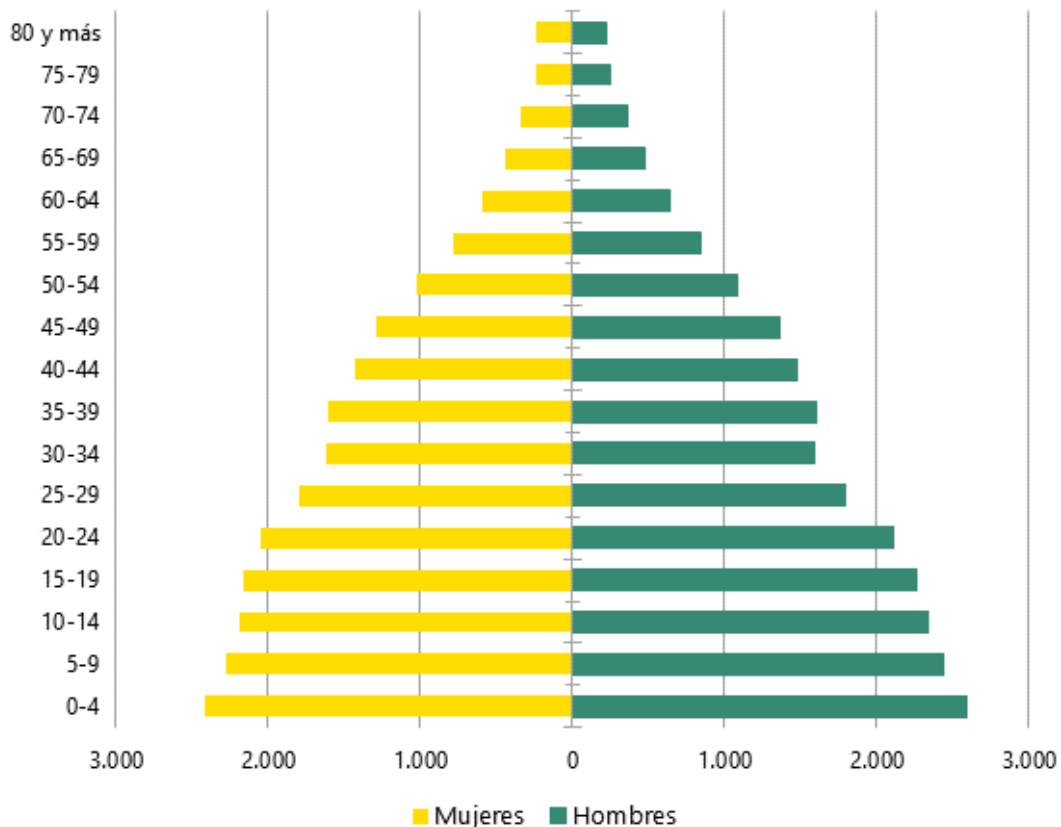
Fuente: DANE. Censo 1993; Censo 2005 y Proyecciones de población municipales por área 2005-2020. 1993, 2005 y 2015.

La densidad de población se calculó empleando la proyección de población por áreas 2005-2020 del DANE. Los datos muestran que Cimitarra tiene una densidad poblacional de 14,4 hab/km², siendo 2,94 veces menor al promedio nacional de Colombia (42,69 hab/km²) y 4,67 veces menor a la del promedio del departamento de Santander (67,82 hab/km²).

La distribución de población por género es simétrica; la población masculina y la femenina se dividen prácticamente al 50% el total de la población, según los datos del DANE para los años 1993 al 2016, con una leve preponderancia de la población masculina sobre la femenina.

La Figura R-25 presenta la pirámide poblacional de Cimitarra. Aunque su composición muestra una tendencia a una distribución normal, evidencia dos irregularidades menores: en el rango de 15 a 24 años, la frecuencia de población es mayor a lo esperado, situación que se repite para el rango de 35 a 39 años.

Figura R-25 Distribución de la población por grupos etarios, Cimitarra



Fuente: DANE. Proyecciones de población municipales por área 2005-2020, 2015.

A pesar de que en Cimitarra no se reportó reducción o estancamiento de la población (como sucedió en varios municipios de la región), según las cifras de Acción Social (Citado en Dávila, 2007:36), en el periodo comprendido entre 1997 y 2006, el municipio de Cimitarra recibió 145 personas víctimas de desplazamiento forzado. Al tiempo, expulsó 1286 personas a causa del mismo fenómeno, con una tasa anual promedio de expulsión de 387 personas por cada cien mil habitantes y una tasa anual promedio de recepción de 68 personas por cada cien mil habitantes.

Respecto al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, en los indicadores presentados por el DANE, el NBI de la zona rural duplica al de la zona urbana, haciendo visible la necesidad de generar estrategias para el desarrollo del sector rural del Municipio y poder disminuir los indicadores que se presentan en la actualidad. El NBI desagregado se relaciona en la Tabla R-28.

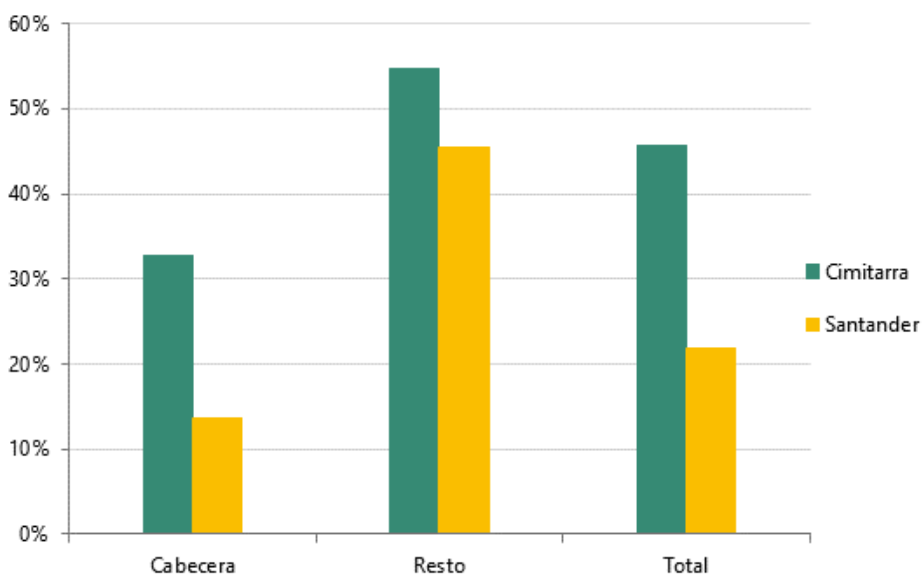
Tabla R-28 Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas desagregado, Cimitarra

NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS	TOTAL	CABECERA	RESTO
Proporción de Personas en NBI (%)	45,74	32,69	54,64
Proporción de Personas en miseria	20,06	10,89	26,31
Viviendas inadecuadas	12,73	3,58	18,97
Viviendas con servicios inadecuados	9,30	5,15	12,13
Viviendas con hacinamiento crítico	20,81	18,61	22,31
Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela	6,50	3,06	8,85
Viviendas con alta dependencia económica	22,20	15,03	27,09

Fuente: DANE. Necesidades básicas insatisfechas a junio 30 de 2012.

Según este reporte, el municipio presenta un mayor NBI que el promedio del departamento de Santander, cuyo valor es de 13,54% para las cabeceras municipales y 45,37% para las áreas rurales (Figura R-26).

Figura R-26 Índice NBI municipal y departamental



Fuente: DANE. Necesidades básicas insatisfechas. Censo – 2005, 2005.

De otro lado, las unidades territoriales menores que hacen parte del presente Estudio de Impacto Ambiental corresponden a las comunidades ubicadas en los asentamientos que se encuentran dentro del Área de Perforación Exploratoria (APE) del Proyecto de Perforación Exploratoria VMM-9 y los asentamientos de las cuatro comunidades en donde se realizarán, exclusivamente, actividades de captación y vertimientos, las cuales se ubican por fuera del APE VMM-9.

La totalidad de las unidades territoriales menores que hacen parte del área de influencia del proyecto se presentan en la Tabla R-29. Las comunidades que se ubican por fuera del APE VMM-9, en donde se llevarán a cabo actividades específicas de captación y vertimientos, se identificarán, durante todo el capítulo, con un asterisco acompañando el nombre.

Tabla R-29 Comunidades del área de influencia del APE VMM-9

COMUNIDAD	VEREDA
Albania	Tierradentro
Campo Seco	Campo Seco
Caño Baúl*	Tierra Adentro
Caño Dorada	El Águila
Curva de la Nubia	Campo Seco
El Cocuy	De la Torre
El Dorado*	Canime
Kilómetro 17	San Juan
Kilómetro 27	La Chisposa
Kilómetro 28	El Águila
La Chisposa	La Chisposa
La Traviata	San Juan
Los Ranchos	Caño Baúl
Puerto Araujo*	El Águila
San Fernando	San Fernando
San Juan de la Carretera	San Juan
San Pedro de la Paz*	Tierradentro
Sinaí	El Águila
Tierra Adentro	Tierradentro
Ye de la Torre	De la Torre

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

El análisis demográfico de las unidades territoriales menores se llevó a cabo a partir de información primaria recolectada en campo. El instrumento principal utilizado para el presente capítulo es la Ficha de Caracterización de Comunidades, la cual se diligenció con representantes de cada una de las comunidades que hacen parte del área de influencia del APE VMM-9. También se tuvieron en cuenta los mapas elaborados por las comunidades durante los talleres de diagnóstico participativos.

En general, las comunidades que hacen parte del área de influencia del APE VMM-9 se conformaron a partir de las vías y de las haciendas que hay en la zona. Son comunidades cuya población es fundamentalmente masculina, con edades predominantes entre los 18 y los 65 años de edad, debido

a que este es el personal que más se requiere para trabajar en las fincas ganaderas que predominan en la región. Por causa de la migración de población hacia otras regiones en busca de empleo y oportunidades económicas, en el APE la tendencia demográfica es decreciente (a pesar de que se presentan más nacimientos que fallecimientos).

Dentro de las 20 comunidades que hacen parte del área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación Exploratoria VMM-9 hay 8.078 habitantes y 1.926 familias. Los asentamientos con mayor cantidad de población son Puerto Araujo*, San Juan de la Carretera, Los Ranchos, San Fernando y San Pedro de la Paz*, respectivamente; mientras que los asentamientos que reportan menor cantidad de población son El Dorado, El Cocuy y Sinaí. La gran mayoría de la población se ubica en los centros poblados y caseríos; en la actualidad, la cantidad de población que reside en asentamientos nucleados (centros poblados y caseríos) es 2,6 veces mayor que la población ubicada en el área rural dispersa, de la cual, casi la mitad se ubica en la comunidad de Los Ranchos.

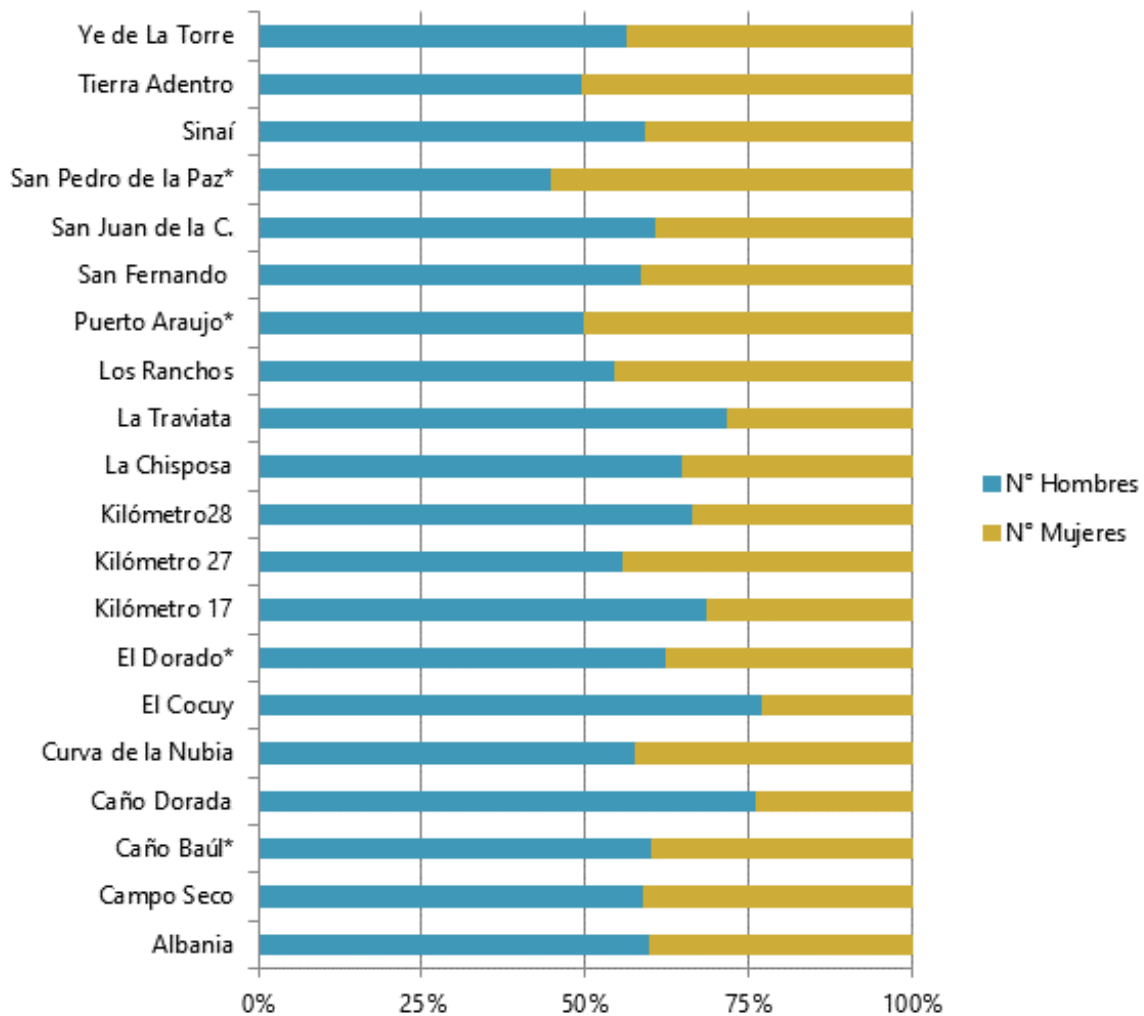
Las comunidades aclaran que son campesinos porque son trabajadores de la tierra, pero que no son sus propietarios. La población que trabaja en fincas agrícolas y pecuarias de la región no son poseedores de la tierra que trabajan ni subsisten directamente de los productos que se producen en las mismas. Al ser trabajadores del campo se reconocen a sí mismos como campesinos más que como trabajadores, pero, al no ser poseedores de la tierra, consideran que no cumplen cabalmente con las características que tiene la población campesina.

En ninguna de las comunidades caracterizadas se reportó la presencia de población indígena. Sin embargo, se identificaron 52 personas que se autorreconocen como afrocolombianos, de las cuales, dos terceras partes (35) habitan en la comunidad de San Pedro de la Paz. Estas 52 personas no hacen parte de ningún consejo comunitario.

En los últimos diez años la población total de las comunidades que se ubican dentro del APE VMM-9 ha disminuido en un 8,6% (329 personas) a causa de la falta de empleo y de la venta de tierras a terratenientes. Esta tendencia se presenta en la mayoría de las comunidades que se ubican dentro del APE VMM-9, con excepción de Los Ranchos y de Kilómetro 17, en donde la población ha aumentado en los últimos años. En el caso de Los Ranchos, la población ha aumentado en un 38,5% (250 personas) debido, principalmente, a dos factores; la presencia de la Compañía Cacaotera de Colombia, generadora de empleo en la región, y la adjudicación de terrenos colectivos por parte del INCODER a desmovilizados y campesinos. Sin embargo, al analizar únicamente la población que reside dentro del APE VMM-9, se concluye que la población ha disminuido aproximadamente en un 10,8% en los últimos diez años (de 5639 en 2006 a 5030 en 2016).

Como se observa en la Figura R-27, la población de las comunidades caracterizadas es, en su mayoría, masculina. Esto se debe, principalmente, a que el tipo de mano de obra requerida en la zona es masculino por tratarse, principalmente, de trabajos en las haciendas ganaderas. La población masculina supera a la femenina en una proporción de 1 a 1,32.

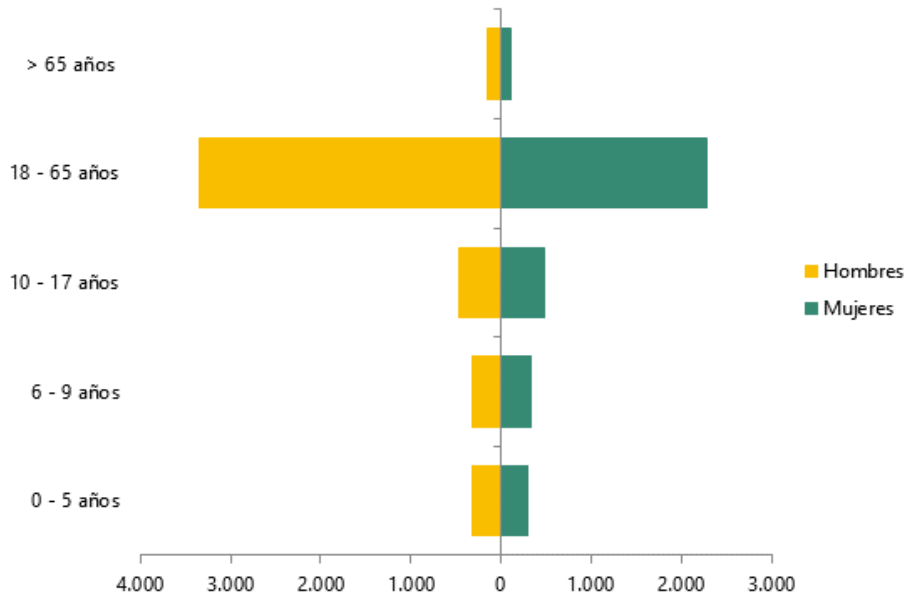
Figura R-27 Población por género



Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Respecto a los grupos etarios, la pirámide poblacional resultante del análisis de la totalidad de la población de las comunidades caracterizadas es de tipo regresiva (Figura R-28). En esta se observa una disminución en los índices de natalidad y un previsible envejecimiento de la población en los próximos años, la cual está concentrada en la franja de edad entre los 18 y los 65 años.

Figura R-28 Grupos etarios de las comunidades del área de influencia



Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

En la totalidad de comunidades, la tendencia es que cada familia ocupe una vivienda, con un promedio de 1,35 familias por vivienda y 4,3 personas por familia. La mayoría de la población no es propietaria de parcelas o fincas en las que pueda trabajar. Sin embargo, con relación a los predios en los que habitan, el 87% de la población total del área de influencia del APE VMM-9 tiene un tipo de tenencia individual de los predios, mientras que el 13% tiene títulos colectivos. Las poblaciones que tienen títulos colectivos son las asociaciones de campesinos y desmovilizados de Los Ranchos y la Junta de Acción Comunal de San Fernando. Las asociaciones de campesinos, ASOCANES, y de desmovilizados, APROSIBERIA, tomaron posesión de la tierra y, posteriormente, recibieron títulos colectivos por parte del INCODER para sembrar caucho.

En la actualidad (2016), no se reporta la presencia de población en situación de desplazamiento en ninguna de las comunidades caracterizadas dentro del estudio. En las décadas de 1970 y 1980 la población de la región fue víctima de desplazamiento forzado a causa del conflicto armado que vivía el país. En total, salieron alrededor de 120 familias y no es claro cuantas familias han retornado. La causa principal del desplazamiento de la población fue amenazas y asesinatos selectivos por parte de los grupos en conflicto.

7.3.1.2 Componente espacial

En el análisis del componente espacial se encontró que no existen tendencias comunes entre las comunidades que pertenecen a una misma vereda. De la misma manera, los centros para el acceso a servicios sociales a los que se dirigen las comunidades no guardan relación con las veredas a las que están asociadas y, en la mayoría de los casos, no se encuentran dentro del APE VMM-9. Para la caracterización espacial de las unidades territoriales menores se consultaron las Fichas de Caracterización de Comunidades, que se diligenciaron con cada una de las comunidades del área de influencia del Proyecto de Perforación Exploratoria VMM-9.

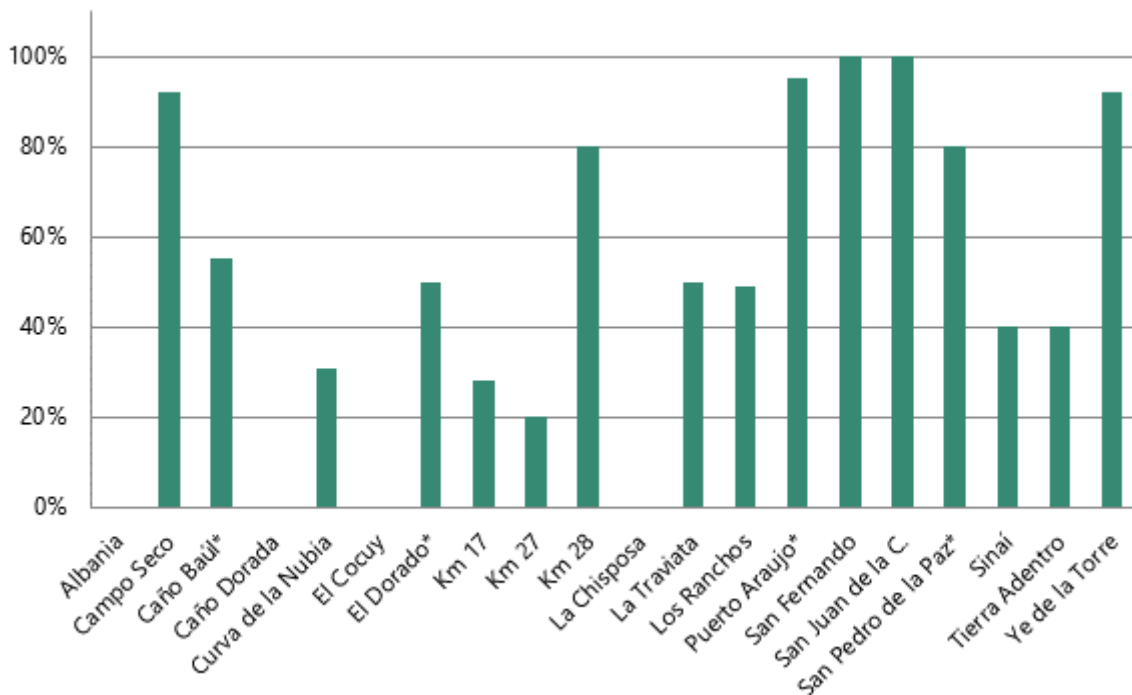
Como resultado del análisis, se encontró que el acceso a servicios públicos domiciliarios es precario en la mayoría de las comunidades. La cobertura en los servicios de acueducto y alcantarillado es muy baja, con algunas excepciones. En el caso del servicio de energía eléctrica, la cobertura es alta pero el servicio es fluctuante. Los servicios de recolección de basuras, gas domiciliario y telefonía fija no se ofrecen en las comunidades que se ubican dentro del APE VMM-9. En general, la calidad de los servicios públicos es percibida por las comunidades, como regular y mala.

Con relación a los servicios sociales, la mayoría de comunidades cuentan con instituciones educativas que imparten educación básica primaria, sin embargo, en algunos casos, estas instituciones no son utilizadas por la comunidad debido a la distancia o el mal estado de su infraestructura. El servicio de salud es precario. Sólo dos comunidades cuentan con un centro de atención en salud que está en funcionamiento. La infraestructura recreativa y deportiva también es precaria y consiste, principalmente, en canchas de fútbol.

Para acceder a los servicios sociales las comunidades deben desplazarse a centros poblados de Cimitarra como San Fernando, Puerto Olaya o Puerto Araujo* y a municipios vecinos como Puerto Berrío (Antioquia) y Puerto Boyacá (Boyacá).

A pesar de que las comunidades que hacen parte del área de influencia del Proyecto de Perforación Exploratoria VMM-9 están rodeadas por fuentes de agua naturales, tienen grandes dificultades para tener acceso al agua de manera regular. Como se observa en la Figura R-29, la cobertura de acueducto en el área de influencia es precaria.

Figura R-29 Cobertura de acueducto, comunidades del área de influencia



Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Sólo las comunidades de San Fernando y San Juan de la Carretera tienen 100% de cobertura; las comunidades de Campo Seco, Kilómetro 28, Puerto Araujo*, San Pedro de la Paz* y Ye de la Torre tienen una cobertura mayor al 80%; Albania, Caño Dorada, El Cocuy y La Chisposa no tienen servicio de acueducto; y las demás comunidades están por debajo del 50% en cobertura.

De otro lado, el servicio de alcantarillado presenta una cobertura muy precaria en el área de influencia del proyecto VMM-9. Sólo las comunidades de Campo Seco, Kilómetro 17, Puerto Araujo*, San Fernando, San Juan de la Carretera y San Pedro de la Paz* cuentan con un alcantarillado con una cobertura mayor al 50%. Es decir, el servicio de alcantarillado se presta, casi exclusivamente, en los centros poblados del área de influencia del proyecto. Las comunidades de Siná y Los Ranchos tienen una cobertura inferior al 25%, mientras que la gran mayoría de comunidades no cuenta con el servicio. El sistema de disposición de excretas principal es el inodoro sin conexión a pozo séptico, seguido del inodoro con conexión a pozo séptico y, en menor medida, la disposición a campo abierto. Esta situación puede significar un problema latente de salubridad al interior de las comunidades que, en general, no disponen de sistemas adecuados, ni del conocimiento o la capacitación para la disposición adecuada de las excretas.

Respecto al manejo de residuos sólidos, en la mayoría de las comunidades, el sistema predominante de manejo de residuos sólidos es la quema; mientras que en Curva de la Nubia, Los Ranchos y San Juan de la Carretera el sistema de manejo predominante es la disposición a campo abierto. Sólo las comunidades de Puerto Araujo* y San Pedro de la Paz* cuentan con servicio de recolección de basuras, suministrado por el municipio; en el caso de Puerto Araujo el carro compactador pasa dos veces a la semana (miércoles y viernes) y se cobra un valor aproximado de \$4000 por vivienda. En San Pedro de la Paz pasa una volqueta cada 15 días. A pesar de lo anterior, en las dos comunidades hay familias que queman y/o disponen a campo abierto los residuos sólidos.

El servicio de energía eléctrica es el servicio público domiciliario con mayor cobertura en la zona, presentando porcentajes de cobertura por encima del 80% en la mayoría de las comunidades. Sólo El Cocuy (25%), Caño Baúl* (44%), Los Ranchos (70%) y La Chisposa (77%) están por debajo. En la comunidad de Caño Baúl* las viviendas tienen conexiones ilegales al servicio de electricidad, con lo cual, se infiere que la cobertura es menor a la reportada. El servicio es prestado por la Electricidad de Santander ESSA con un costo mensual por vivienda oscila entre \$10.000 y \$ 70.000. En todos los casos, la permanencia del servicio es de 24 horas al día.

Debido a que, según la percepción de las comunidades, el costo de la energía eléctrica es elevado y a que en ninguno de los casos se presta el servicio de gas domiciliario, la mayoría de las viviendas usan gas propano como combustible para preparar sus alimentos. El costo mensual de este combustible oscila entre \$ 38.000 y \$ 42.000 por familia. Algunas familias usan leña para cocinar, unas como única opción y otras, lo alternan con el gas propano.

En los servicios sociales se incluye infraestructura de educación y salud; la infraestructura recreativa y deportiva; la tipificación de las viviendas; la infraestructura de transporte y la identificación de los medios de comunicación de las comunidades que hacen parte del área de influencia del APE VMM-9. En la mayoría de comunidades existen instituciones educativas, excepto en caño Baúl*, El Cocuy y Kilómetro 27; entre las instituciones educativas del área de influencia del proyecto VMM-9 sólo las de Puerto Araujo*, San Fernando y Tierra Adentro imparten educación básica secundaria y

media, mientras que las demás instituciones sólo cuentan con educación básica primaria. En cuanto a la infraestructura asociada a las instituciones educativas, la mayoría tiene entre una y dos aulas con excepción de Campo Seco y San Pedro de la Paz*, con tres aulas cada una; San Fernando con nueve aulas; Tierra Adentro con seis aulas; y Puerto Araujo con 21 aulas. Las instituciones educativas que cuentan con sala de sistemas son Campo Seco, Kilómetro 28, La Traviata, Los Ranchos, San Juan de la Carretera, San Pedro de la Paz*, Tierra Adentro y Ye de la Torre. En las instituciones educativas de Campo Seco, Kilómetro 28, La Traviata, Los Ranchos, San Juan de la Carretera y Tierra Adentro hay restaurante.

Entre las comunidades que hacen parte del área de influencia del proyecto VMM-9, sólo en Campo Seco, Puerto Araujo* y San Fernando existen puestos de salud en funcionamiento. El resto de comunidades no tienen ningún tipo de institución a la que puedan asistir en caso de necesitar atención o servicio de salud. En general, deben asistir a Puerto Berrío, Puerto Araujo, y Puerto Boyacá para recibir atención médica. Del 80% de la población que se encuentra afiliada al SISBEN, una gran cantidad se encuentra afiliada a Puerto Berrío y a Puerto Boyacá, debido a que las distancias son menores con respecto al casco urbano de Cimitarra y porque el servicio de transporte es más frecuente hacia estos municipios. En general, la población de las comunidades ubicadas en el sector norte del APE se encuentra inscrita en Puerto Berrío, mientras que la mayoría de la población del sector sur del APE (Campo Seco, San Fernando, La Chisposa, Kilómetro 27, Curva de la Nubia y Los Ranchos) está inscrita en el SISBEN de Puerto Boyacá.

La infraestructura recreativa y deportiva de las comunidades del área de influencia del APE VMM-9 consiste, principalmente, en canchas de fútbol y de básquetbol, para los jóvenes y adultos, y parques infantiles para los niños. En general, todas las comunidades con un patrón de asentamiento tipo lineal, cuentan con algún tipo de infraestructura, aunque esta es muy escasa. Según el Plan de Desarrollo Municipal 2016, en 11 de las 20 comunidades que hacen parte del área de influencia del proyecto VMM-9 tiene infraestructura recreativa. Dicha infraestructura recreativa se presenta a continuación:

- Polideportivo de Sinaí.
- Polideportivo de Kilómetro 17.
- Polideportivo de La Traviata.
- Polideportivo y cancha de fútbol de Campo Seco.
- Polideportivo y cancha de fútbol de San Fernando.
- Polideportivo de San Juan de la Carretera.
- Polideportivo de Ye de la Torre.
- Polideportivo de Caño Dorada.
- Polideportivo de Curva de la Nubia.
- Polideportivo cubierto, polideportivo al aire libre y cancha de fútbol de Puerto Araujo.
- Polideportivo de San Pedro de la Paz.

Además, según lo reportado por las comunidades, también existe infraestructura recreativa (polideportivos) en Tierra Adentro, Albania y Los Ranchos.

De otro lado, respecto a las viviendas, el 56,5% de las que hacen parte del Área de Influencia del APE VMM-9 tienen paredes de ladrillo o bloque; y el 43,5%, en madera. Se observa un predominio de viviendas con paredes en madera en las comunidades cuyo patrón de asentamiento es disperso, con

excepción de la comunidad de Albania en donde predominan, ligeramente, las casas con paredes en ladrillo o bloque. Sólo en La Traviata, San Fernando y San Juan de la Carretera se presenta un porcentaje mayor al 70% en viviendas con paredes de ladrillo o bloque. En las demás comunidades con un patrón de asentamiento nucleado, se observan diferentes proporciones en cuanto al material de las paredes.

7.3.1.3 Componente económico

Las unidades territoriales menores muestran rasgos económicos similares en toda el área de estudio. Sin embargo, es importante resaltar que las similitudes son mayores en la medida en que se agrupan las comunidades a partir de su cercanía geográfica; de igual forma, existen otros factores que las aglutinan, como su relación con las vías terrestres (Ruta del Sol) y la cercanía a la cabecera municipal de Puerto Berrío o Puerto Boyacá. En el caso de Puerto Araujo, las características económicas varían significativamente, ya que éste es el mayor centro poblado luego de la cabecera municipal de Cimitarra; la comunidad vive en un ambiente urbano y tiene una relación fuerte con la cabecera municipal. Estas características, que sin duda alguna diferencian a Puerto Araujo de las demás unidades territoriales, serán expuestas de manera separada con el objetivo de destacar las características económicas de un poblado con cerca de 2.400 habitantes y una estructura socioeconómica bastante desarrollada en comparación al resto de las poblaciones.

La estructura predial del área de estudio está conformada, básicamente, por grandes propiedades dedicadas a la ganadería extensiva. En el caso de las comunidades insertas dentro del APE, los habitantes viven principalmente en los costados de las vías que intercomunican los caseríos de toda el área. Otras poblaciones, como caño Baúl, Km 17 y San Pedro de la Paz, dependen del tránsito de vehículos por la Ruta del Sol, ya que sus economías se centran en el comercio. En el área de estudio no existen tierras comunitarias asociadas a resguardos indígenas o comunidades afrodescendientes. No obstante, existen particularidades frente a la posesión de la tierra en los asentamientos de San Fernando y Los Ranchos. En San Fernando, el caserío de la comunidad se emplaza en un predio de propiedad de la Junta de Acción Comunal, el cual fue donado por un antiguo propietario del predio. En Los Ranchos, existen dos predios (Mapaná y Siberia) que fueron adjudicados por el INCODER a 115 familias que actualmente se organizan a través de dos asociaciones: APROSIBERIA y ASOCANES.

En general, la tierra se concentra en haciendas de grandes extensiones dedicadas principalmente a la ganadería. Las comunidades sólo habitan una porción minúscula de toda el área. En el APE predominan las formas de tenencia no legalizadas, principalmente la posesión. Otras formas de tenencia, como la propiedad, ocupan un lugar importante junto con el arrendamiento. Comunidades como Albania han reseñado a la mayoría de sus predios dentro de la categoría de usufructo: los habitantes del predio pueden utilizarlo para su beneficio, como si fueran dueños, pero no pueden enajenarlos. Sin embargo, existen asentamientos que, por sus características, presentan formas de tenencia considerablemente diferentes al resto del área de estudio. En caño Dorada y La Chisposa, el tipo más frecuente de tenencia es la propiedad; los propietarios de estas tierras son ganaderos que no están radicados en la zona, carecen de vínculo social con sus vecinos y consideran sus predios principalmente por su valor económico.

Respecto a los procesos productivos, la producción del área de estudio se restringe, esencialmente, a la ganadería y la naciente siembra de caucho y cacao. Sin embargo, la preponderancia de la ganadería

es inocultable; la mayoría de los habitantes están relacionados, directa o indirectamente, con la producción ganadera. A pesar de ello, la ganadería no es una fuente de ingresos que les permita a las comunidades solventar algunas de sus necesidades más básicas. En promedio, el jornal de un vaquero está en \$17.000; además, la gran mayoría de los finqueros no les ofrecen ningún tipo de garantía prestacional. Esta situación ha contribuido al empobrecimiento de las comunidades, las cuales se encuentran haciendo un tránsito de la economía ilícita a nuevas formas de ingresos. Sólo en el caso de El Dorado, donde los propietarios tienen la posibilidad de utilizar sus predios para el desarrollo económico de sus familias, la agricultura juega un papel importante; sin embargo, el trabajo en las fincas ganaderas es la principal fuente de ingresos de la comunidad. Junto con el cultivo de algunos productos agrícolas, la comunidad también reconoce en la pesca una fuente importante para el sustento de sus familias.

En los asentamientos del área de estudio se reconocen un total de 79 establecimientos comerciales, los cuales no necesariamente están abiertos al público; en algunos de ellos, simplemente la comunidad reconoce que tal o cual familia vende algún tipo de producto. Dos comunidades, Puerto Araujo y San Pedro de la Paz, tienen centrada su economía en el comercio, debido a su relación con la Ruta del Sol. En general, se observa que los productos provienen de Puerto Berrío, Puerto Boyacá, Medellín y Bucaramanga. Sólo en Puerto Araujo se determinó que varios productos provenían de Cimitarra, aunque por su dimensión, las empresas suelen llevar directamente al corregimiento todos los productos sin necesidad de intermediarios (llegan desde Medellín o Bucaramanga).

En general, se puede considerar que los movimientos económicos de la región tienen tres grandes centros: Puerto Berrío, Puerto Boyacá y Barrancabermeja. Cada uno de estos municipios presenta características particulares. En primer lugar, es notorio que la actividad predominante de Puerto Berrío es la ganadería; su posición en la región como centro de negocios para la ganadería ha sido jalónada por las subastas que se realizan semanalmente en el municipio. Por otro lado, Puerto Boyacá, según se pudo observar en los talleres de caracterización, tiene en la oferta de bienes y servicios uno de sus grandes potenciales, incluyendo la oferta de mano de obra calificada. Barrancabermeja, debido a su importancia en la producción y refinamiento de hidrocarburos, así como en la actividad comercial, impulsa la introducción de nuevas industrias en la región.

7.3.1.4 Componente cultural

Las comunidades que hacen parte del área de influencia del proyecto VMM-9 son predominantemente católicas, con una pequeña proporción de cultos protestantes, los cuales han venido en aumento en los últimos años. En toda el área de influencia se observa iconografía católica; templos, pequeños monumentos, escapularios, camisetas y demás representaciones religiosas que los habitantes de la zona cuelgan en sus cuellos o disponen en sus viviendas. Entre la infraestructura con importancia cultural para las comunidades de la zona hay seis capillas católicas y cinco adventistas.

El traje típico de los hombres de la zona corresponde al traje tradicional del campesino antioqueño; pantalón de material resistente (generalmente jean), camisa, poncho, botas de trabajo (de cuero o de caucho), sombrero o gorra y machete.

Los lugares que la comunidad identifica como importantes son, en general, lugares de reunión y recreación como bailaderos, canchas de fútbol, canchas de tejo y parques; y espacios naturales, principalmente relacionados con agua, como balnearios, lagunas y quebradas; la represa y ciénaga de Cachimberos, la reserva natural cercana a kilómetro 17, la quebrada Gorgona y los puentes sobre los ríos y los ríos mismos, son algunos ejemplos de lugares con importancia cultural. Las galleras y las canchas de tejo se observan a lo largo y ancho del área de influencia del proyecto VMM-9 y son actividades que se llevan a cabo con regularidad en las comunidades.

La ausencia de referentes comunes en unas comunidades que han sido sometidas a constantes cambios ha dificultado la construcción de una identidad cultural y la asimilación de unos valores y formas de comportamiento que les permitan funcionar como colectividad. La pluralidad poblacional que se observa podría haber llegado a fortalecer la identidad de la zona sobre la base de la idea de la diversidad. Los fenómenos de violencia que los pobladores de la zona han tenido que vivir, han dificultado el fortalecimiento del tejido social, al fomentar la desconfianza y el miedo, introducir y afianzar sus valores particulares y alterar las dinámicas cotidianas de familias y comunidades. De esta forma, la existencia de una población heterogénea y diversa, que ha protagonizado constantes cambios durante su historia, permite que estas comunidades sean adaptables al cambio, hospitalarias con los visitantes y abiertas a aceptar diversas formas de comportamiento. Sin embargo, son comunidades con una organización interna frágil, que han sido víctimas de la vulneración de sus derechos individuales y colectivos y que, en la actualidad, buscan integrarse y constituirse como colectividades unidas y fortalecidas, con ideales y valores comunes.

Respecto a la presencia de comunidades étnicas, se consultaron fuentes secundarias, como los Planes de Desarrollo Municipal de las últimas administraciones; los listados de comunidades étnicas del Ministerio del Interior y estudios académicos sobre las comunidades afrocolombianas e indígenas en el país, con el fin de identificar las comunidades étnicas presentes en Cimitarra. En las unidades territoriales menores, según la Certificación 0228 del 2 de marzo de 2017, expedida por el Ministerio del Interior, en el Área de Perforación Exploratoria VMM-9, NO se registra la presencia de comunidades étnicas.

7.3.1.5 Componente político organizativo

El municipio de Cimitarra cuenta con una extensión de 3.165 km², de los cuales sólo el 0,03% es área urbana, y el 99,97% corresponde a zona rural (Plan de Desarrollo 2016 – 2019). Además de ser un municipio principalmente rural, Cimitarra tiene la mayor extensión de los municipios del departamento de Santander y es uno de los más grandes del país. Esta condición, ha dificultado la presencia institucional en el territorio, lo cual, sumado a diferentes situaciones de violencia, han ocasionado una desconexión entre el casco urbano y la zona rural que compone el área de perforación exploratoria VMM-9.

El sistema administrativo del municipio de Cimitarra está conformado por la Alcaldía, la Personería, el Concejo Municipal y los institutos descentralizados. En octubre de 2015 se celebraron las elecciones regionales para el período 2016 – 2019.

La organización comunitaria tiene su expresión fundamental desde la acción comunal, la cual es definida desde la Ley 743 de 2002 como una expresión social organizada, autónoma y solidaria de la

sociedad civil, cuyo propósito es promover un desarrollo integral, sostenible y sustentable construido a partir del ejercicio de la democracia participativa en la gestión del desarrollo de la comunidad. En ese sentido, las Juntas de Acción Comunal son organizaciones civiles que propenden la participación ciudadana de barrios, veredas, corregimientos, actúan como interlocutoras entre la comunidad y el gobierno nacional, departamental y municipal también hacen parte de la organización en las zonas urbanas y rurales. Estas organizaciones se encuentran en todo el municipio de Cimitarra y se constituyen en la expresión organizativa que materializa y hace visible los intereses de los integrantes de una comunidad. Para el área de influencia se identificaron las Juntas de Acción Comunal relacionadas en la Tabla R-30.

Tabla R-30 JAC en el área de influencia

JAC	VEREDA (PBOT)	RESOLUCIÓN DE CONSTITUCIÓN	OBSERVACIONES
Albania	Tierra Adentro	118 AGO 11/75	Cuenta con 20 asociados. Tuvo cambio de la junta directiva para el nuevo período ⁸ . Al igual que la mayoría de las JAC del área de influencia, la figura principal es la del presidente, con poca participación de otros miembros de la organización. La comunidad es cercana a Tierra Adentro, sin embargo, buscan espacios de participación independientes.
Campo Seco	Campo Seco	012 ENE 25/67	Cuenta con 45 asociados. En las últimas elecciones hubo cambios en la junta directiva. El anterior presidente se retiró de la contienda electoral pues sus obligaciones como administrador de finca le impedían dedicarse al trabajo comunitario tiempo completo. La nueva presidenta no cuenta con experiencia en organización comunitaria, sin embargo, los demás miembros de la junta están participando activamente, e incluso el anterior presidente hace acompañamiento en diferentes procesos.
Caño Baúl	Caño Baúl	298 DIC 29/72	La JAC se creó en 1972, con jurisdicción, desde el inicio del caño Baúl hasta su desembocadura. Debido a las repetidas inundaciones causadas por el río, la población de esta comunidad se desplazó a un terreno de invasión cerca de la vía. La comunidad comenta que las JAC's de San Pedro de la Paz y Mataredonda les han quitado territorio. Actualmente la comunidad está constituida por 36 familias que quedan y habitan el terreno ocupado, Esta comunidad se encuentre incluida en un proyecto de reubicación por el paso de la ruta del sol. Ya se tienen los terrenos y la planeación de la instalación de la comunidad.
Caño Dorada	El Águila	022 NOV 18/81	Cuenta con 40 asociados. Para el presente período se eligió una nueva junta directiva. Los nuevos miembros cuentan con poca experiencia en este tipo de organizaciones. Existen tensiones entre sus miembros y no se observa un significativo poder de convocatoria. Al no contar con un caserío, pues se trata de una zona de fincas ganaderas, no existe un punto de encuentro o de reunión de la comunidad.

⁸ Los directivos y dignatarios de los organismos de Acción Comunal, "tienen un período igual al de las corporaciones públicas nacional y territoriales", según el caso. A partir del 2001 la elección de nuevos dignatarios se lleva a cabo en el año siguiente a aquel en que se celebran las elecciones para corporaciones públicas territoriales. Para las JAC, como organismo de acción comunal de primer grado, la elección se debe celebrar el último domingo del mes de abril y su período inicia el primero de julio del mismo año. (Ley 743 de 2002. Reglamentada por el Decreto Nacional 2350 de 2003 "Por la cual se desarrolla el Artículo 38 de la Constitución Política de Colombia en lo referente a los organismos de acción comunal").

JAC	VEREDA (PBOT)	RESOLUCIÓN DE CONSTITUCIÓN	OBSERVACIONES
Curva de la Nubia	Campo Seco	100 FEB 18/02	Se presentaron dificultades procedimentales en el último proceso electoral. Sin embargo, desde la coordinación municipal de Juntas de Acción Comunal, brindaron su apoyo para solucionarlos. Se evidencia un liderazgo de la nueva presidenta, pero los otros miembros de la junta no son tan visibles. La comunidad presenta problemas de comunicación y conflictividad.
El Cocuy	De la Torre	213 DIC 31/07	Cuenta con 37 asociados. Según lo registrado por la comunidad en la ficha de caracterización solo existen algunos líderes que intentan organizar la junta, también señalan que, por temas de movilidad dentro de su territorio, no se reúnen a menudo. Se reconocen como una comunidad tranquila, pero se encuentra muy alejada, pues sólo hay acceso en moto por una vía que se encuentra en pésimas condiciones.
El Dorado	Canime	212 MARZO 16/2000	En 1987 el INCORA parceló 13 unidades, cada una entre 17-18 Ha., con lo que se da inicio a la organización comunitaria del sector. Actualmente quedan 4 unidades de las 13 originales. , el resto han sido vendidas a Hacendados del área. La comunidad se ha ido reduciendo, aspecto que se denota en la poca cantidad de niños que asisten a la escuela.
Kilómetro 17	San Juan	053 JUL 4/00	Cuenta con 67 asociados. Se mantuvo la junta directiva del período anterior. Existe un liderazgo de la presidenta con el apoyo de la secretaria de la JAC. Se percibe como una comunidad sin mayores conflictos internos. Los miembros de la JAC señalan que tuvieron muchas dificultades con el proceso surtido con el proyecto vial de la Ruta del Sol. Geográficamente, la comunidad está fraccionada en el Km 17 viejo y el nuevo ubicado sobre la vía nacional. Debido a un proceso de reasentamiento de la Ruta del Sol, el Km 17 nuevo va a desaparecer completamente, y debido a que los líderes habitan en ese sector, se prevé un periodo de transición complicado para a comunidad.
Km 27 El Sol	La Chisposa	426 MAY 2/2010	Esta JAC ha tenido dificultades con el procedimiento de registro y documentación ante la Alcaldía. Sin embargo, actualmente están al día con el proceso. Se reconocen como una comunidad unida y con cercanía a la comunidad de Campo Seco. Se han mantenido los miembros de la junta directiva en varios períodos.
Km 28	El Águila	107 FEB 18/02	Su presidente fue reelegida. Se observa armonía al interior de la organización, la cual tienen un amplio poder de convocatoria. La comunidad es unida, pero el paso de la Ruta del Sol requiere el reasentamiento de 58 de las 72 viviendas que conforman el centro poblado, de manera que sólo se mantendrán 14 viviendas. Esta situación debilitará el tejido social de la comunidad, además, al igual que en el Km 17, sus líderes se encuentran establecidos en la zona que se reubicará, por lo que perderán su cohesión.
La Chisposa	La Chisposa	257 NOV 20/72	Cuenta con 27 asociados. Sin embargo, no se observa mayor participación por parte de la comunidad. Sus representantes habitan en el centro poblado de San Fernando.
La Traviata	San Juan	0651 JUL 26/94	Se han mantenido los miembros de la junta directiva durante varios períodos. Es una comunidad unida que presenta poca conflictividad. Los miembros de la JAC sienten respaldados por su cercanía con la administración municipal.

JAC	VEREDA (PBOT)	RESOLUCIÓN DE CONSTITUCIÓN	OBSERVACIONES
Los Ranchos	Caño Baúl	215 ABR 2006	Esta JAC cuenta con 100 asociados. Como organización no existe una participación de la junta directiva, y se recarga la labor de gestión en el presidente. Es una comunidad que presenta un alto grado de conflictividad, especialmente por lo relacionado con el acceso a la tierra por parte de las organizaciones APROSIBERIA (Desmovilizados) y ASOCANES (Campesinos), privilegio con el que no cuenta el resto de la población de los Ranchos.
Puerto Araujo	Puerto Araujo	222 NOV /62	Puerto Araujo arranca su proceso de conformación como comunidad organizada en 1939 con el nombre de Puerto Aquileo. Sus primeros pobladores huían de la violencia entre liberales y conservadores. La comunidad experimenta un auge económico dado por la construcción del puente colgante, con lo cual cambio su nombre a Puerto Araujo, como homenaje a uno de los constructores del puente de apellido Araujo. En el año de 1962 fue creada la primera JAC; la segunda JAC (barrio Los Lagos) se creó en 2012. Actualmente, la primera JAC cuenta con 600 afiliados y la segunda con 427 aproximadamente. En el año 1983 obtuvieron el servicio de interconexión eléctrica. En 1988 se construye el colegio, en 1999 se construyó el Puesto de Salud y en el 2015 el Parque Principal.
Barrios los Lagos	Puerto Araujo	494 JUL //2012	
San Fernando	San Fernando	194 NOV 23/73	Cuenta con 113 asociados. En el último proceso electoral de la organización comunitaria se presentaron dificultades por un empate en los resultados. Se tuvo que realizar el proceso electoral tres veces. Esa situación generó fragmentación y desgaste entre sus miembros.
San Juan de la Carretera	San Juan	067 ABR 16/73	La junta directiva cambió en las últimas elecciones, sin embargo, la transición ha sido armoniosa y se evidencia la participación de los miembros antiguos y nuevos en diferentes escenarios. Se reconocen como una comunidad unida y participativa. Realizan múltiples festividades y encuentros de integración.
Sinaí	El Águila	077 AGO 27/97	Cuenta con 31 asociados, sin embargo, no se evidencia su participación. Esto se debe principalmente por el proceso de reasentamiento que adelanta en la comunidad la Ruta del Sol, el cual prácticamente desarticulará la comunidad existente. La comunidad se encuentra fraccionada y presenta conflictos internos. Estos elementos han generado dificultades para realizar el proceso de elecciones internas y, como consecuencia, esta JAC podría quedar inactiva.
Tierra Adentro	Tierra Adentro	242 NOV 20/72	Los líderes de la organización tienen experiencia puesto que fueron parte de la anterior directiva o lo han sido en el pasado. A diferencia otras JAC de la zona, se observa una mayor participación de otros miembros de la JAC, además del presidente. Se reconocen como una comunidad unida que por lo general resuelve sus diferencias de forma pacífica.
Ye de la Torre	De la Torre	088 ABR 13/70	Cuenta con 67 asociados. Como resultado del proceso electoral, se mantuvieron la mayor parte de los miembros directivos, quienes conocen la dinámica de la organización y son respetados en la comunidad. El presidente de la JAC es un líder que cohesiona a su comunidad.

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

8. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental se concibe como un ordenamiento sistemático del ambiente, por medio del cual se tipifican y delimitan áreas con cierto grado de homogeneidad, las cuales, pueden ser interpretadas en términos de sensibilidad y/o importancia ambiental. Dentro de este contexto, la Importancia se entiende como los servicios y las funciones ambientales que prestan las unidades identificadas en una región; por lo tanto, Áreas de Importancia Ambiental son aquellas que poseen un valor real o potencial alto, bien sea biológico, físico o social. La importancia puede ser debida a la ubicación, al tamaño, a la estructura, a la composición o a la función de ésta en la región o del área estudiada. Asimismo, la sensibilidad se entiende como la susceptibilidad de las unidades homogéneas al deterioro por la acción de factores externos; de esta manera, Áreas Ambientalmente Muy Sensibles son aquellas altamente susceptibles al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos.

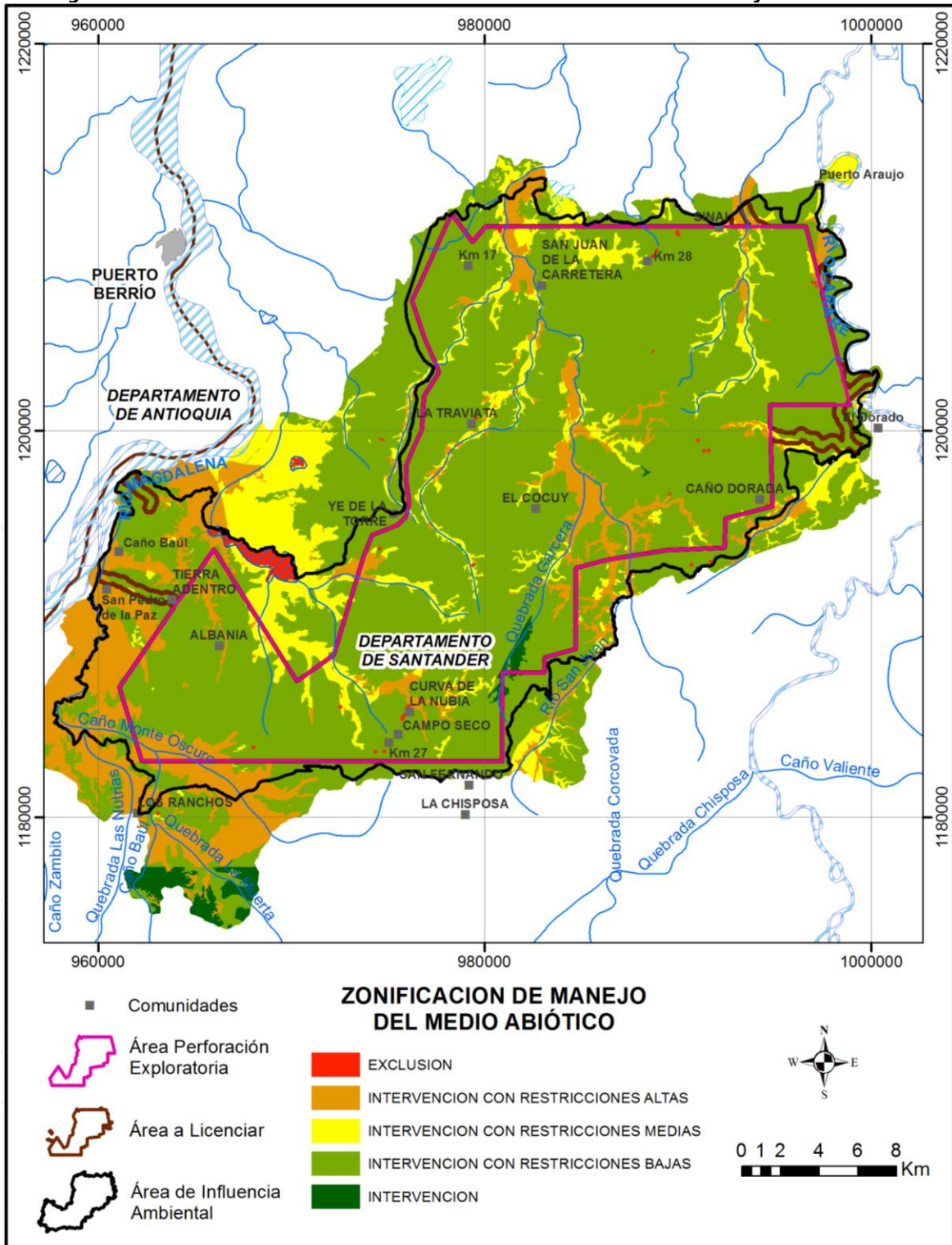
8.1 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO ABIÓTICO

Para la zonificación del medio abiótico del área de influencia abiótica del APE VMM-9 se evaluaron cuatro variables: (1) Susceptibilidad Geotécnica, (2) Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos, (3) Sensibilidad por deficiencia de agua y (4) Susceptibilidad a la Inundación. Cada una de ellas, fue calificada en función a su importancia o sensibilidad frente a cualquier intervención externa.

Como resultado de la integración espacial de las variables consideradas, se generó el mapa de zonificación del medio abiótico en términos de sensibilidad. En la superposición, cada variable tuvo el mismo peso (33,3 %). Las unidades de Muy Alta sensibilidad estuvieron representadas por aquellas zonas en donde se registraron los valores más altos para cada una de las variables analizadas.

En la Figura R-30 y Tabla R-31 se presenta la cobertura y porcentaje de cada una de las unidades de sensibilidad del medio abiótico, definida para el APE VMM-9 y del área a licenciar.

Figura R-30 Zonificación ambiental del medio abiótico del APE VMM-9 y área a licenciar



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Tabla R-31 Zonificación ambiental del medio abiótico en el APE VMM-9 y área a licenciar

SENSIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA ABIÓTICA		ÁREA POR LICENCIAR		APE VMM-9	
	ÁREA (Ha)	Porcentaje (%)	ÁREA (Ha)	Porcentaje (%)	ÁREA (Ha)	Porcentaje (%)
MUY ALTA	553,28	0,77	139,58	0,26	137,82	0,27
ALTA	15.545,08	21,69	8.365,71	15,80	8.156,32	15,70
MODERADA	55.319,78	77,18	44.235,26	83,52	43.425,18	83,61
BAJA	254,82	0,36	220,83	0,42	220,83	0,43
MUY BAJA	-	-	-	-	-	-
TOTAL	71.672,96	100,00	52.961,38	100,00	51.940,15	100,00

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Las áreas de sensibilidad por aspectos abióticos mejor representadas, tanto en el AI Abiótica, en el área a licenciar y en el APE VMM-9, correspondieron a las de sensibilidad Moderada, alcanzando más del 83 % para el área a licenciar y en el APE. A estas áreas le siguieron en cobertura las de sensibilidad Alta, con coberturas de 21,69% para el área de influencia, 15,76% y 15,70% para el área a licenciar y para el APE VMM-9, respectivamente.

Las áreas de Sensibilidad Moderada presentan zonas de susceptibilidad a la inundación, principalmente en sectores de rocas con moderado a bajo grado de meteorización y buena a media cementación. Se encuentran a distancias a fallas importantes entre 500 a 2.000 m, unidades geomorfológicas de terrenos ondulados o suavemente ondulados; niveles freáticos a profundidades entre 1 y 10 m y densidad de drenaje Moderada a Baja.

8.2 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO BIÓTICO

Para la zonificación del medio biótico se tuvieron en cuenta los análisis de fragmentación de los ecosistemas, como un elemento de la sensibilidad, de acuerdo con el grado de conectividad y disgregación que presenten las coberturas a causa de la intervención antrópica. Asimismo, se enfatizó en la importancia biótica de los ecosistemas, los posibles focos de concentración faunística, áreas de inundación o de reservorio del recurso hídrico.

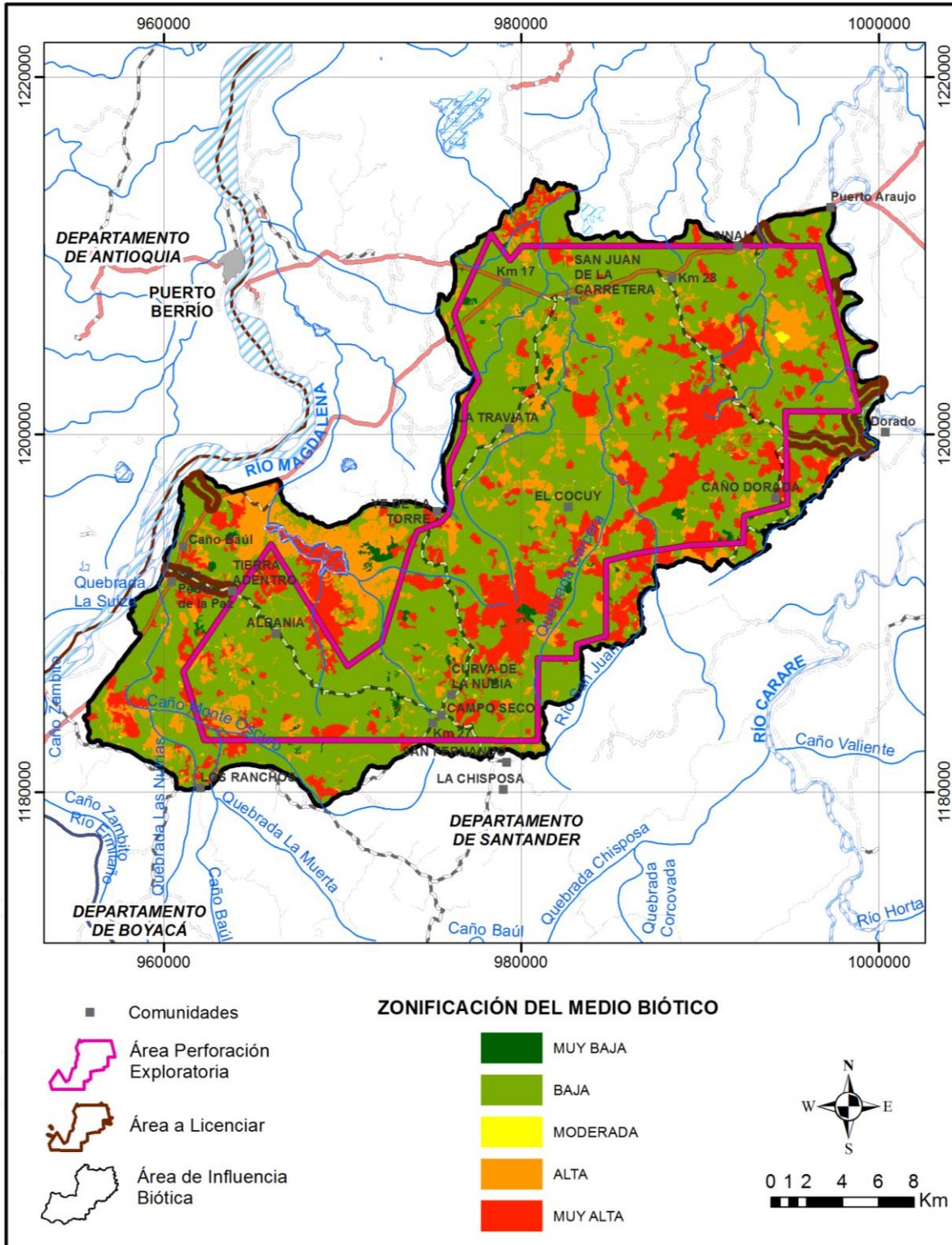
A partir del resultado de las zonificaciones parciales, considerando la sensibilidad por fragmentación y la importancia ambiental de las coberturas para la fauna, la superposición con las ponderaciones y los rangos establecidos (30% para sensibilidad y 70 % para la importancia), dio como resultado las áreas que se presentan en la Tabla R-32 y Figura R-31.

Tabla R-32 Zonificación ambiental del medio biótico

RANGO ESTABLECIDO	SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA	ÁREA DE INFLUENCIA BIÓTICA		ÁREA POR LICENCIAR		APE VMM-9	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
4, 6 - 5	MUY ALTA	13.016,72	16,94	8.892,68	16,79	8.855,38	17,05
3,6 - 4,5	ALTA	9.903,52	12,89	5.427,53	10,25	5.350,91	10,30
2,6 - 3,5	MODERADA	215,34	0,28	155,81	0,29	153,92	0,30
1,6 - 2,5	BAJA	52.995,34	68,95	38.017,64	71,78	37.144,37	71,51
1 - 1,5	MUY BAJA	726,71	0,95	467,72	0,88	435,58	0,84
TOTAL		76.857,62	100,00	52.961,38	100,00	51.940,15	100,00

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-31 Zonificación del medio biótico



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

La zonificación del medio biótico mostró que la mayor cobertura, tanto en el área de influencia biótica, como en el área a licenciar y en el APE, corresponde a la unidad de sensibilidad e importancia Baja (68,95%, 71,81% y 71,51%, respectivamente); seguidas de las unidades de sensibilidad e importancia Alta (12,89%, 10,25% y 10,30%) y Muy Alta (16,94%, 16,80% y 17,05%).

Las características de la unidad Baja, corresponde principalmente a zonas de Mosaicos con espacios naturales, Pastos limpios y Pastos enmalezados, que, aunque en ellos se registraron especies de importancia ecológica, no se consideran susceptibles a cambios porque presentan una sensibilidad a la fragmentación Muy Baja. Su importancia se debe a que estos mosaicos generan heterogeneidad de coberturas y son utilizados por diferentes especies de fauna silvestre, que por lo general tiende a ser generalista o especies colonizadoras, en donde los espacios naturales funcionan como parches trampolín para los individuos que se desplazan entre los pastizales y el bosque.

8.3 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

De acuerdo con las particularidades socio económicas del área del proyecto, se definieron variables para caracterizar la sensibilidad ambiental en cada una de ellas. Las variables empleadas para evaluar la sensibilidad cada zona, se presentan en la Tabla R-33.

Tabla R-33 Variables empleadas en la zonificación ambiental del medio socioeconómico

ZONA	COMPONENTE EVALUADO	VARIABLES	MAPA BASE EMPLEADO
Viviendas e infraestructura comunitarias	Demográfico	Tipo de asentamiento	Perímetro de las agrupaciones de viviendas y cartografía base del IGAC
	Espacial	Acceso a servicio de energía eléctrica	
		Acceso a servicio de gas	
		Acceso a servicio de acueducto	
		Acceso a servicio de alcantarillado	
		Acceso a servicio de recolección de basuras	
	Económico	Desarrollo de actividades comerciales	
Político organizativo	Organización Comunitaria y ámbitos de participación		
	Presencia del Estado y otras de organizaciones		
Área rural de las comunidades	Demográfico	Tipo de asentamiento	Territorios de los asentamientos
	Económico	Proyectos de desarrollo económico comunitario	
		Ganadería extensiva	
		Proyectos productivos privados agroforestales	
	Político organizativo	Organización Comunitaria y ámbitos de participación	
Presencia del estado y otras organizaciones			
Infraestructura	Espacial	Tipo de vía	Infraestructura identificada en los trabajos de campo, en la cartografía base del IGAC y en el PBOT de Cimitarra.
		Redes de alta tensión	
		Sistemas de transporte de hidrocarburos	
		Pozos, aljibes y jagüeyes	

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Una vez se definieron los niveles de sensibilidad por cada una de las zonas, la información se procesó en un paquete informático de análisis de información geográfica (SIG) generando el mapa zonificación socioeconómica final, en el cual se integraron los resultados de las calificaciones de las tres zonas. La descripción de los resultados de la zonificación se presenta en la Tabla R-34 y el mapa de zonificación de la sensibilidad ambiental del medio socioeconómico (Figura R-32).

El área del proyecto VMM-9 se caracteriza por presentar una sensibilidad ambiental, en lo social, Moderada y Baja. Las áreas de Baja sensibilidad incluyen la infraestructura comunitaria de Los Ranchos y de Tierra Adentro y las áreas rurales de caño Dorada; Km 17; Km 28; La Traviata; Los Ranchos; San Juan de la Carretera; San Pedro de la Paz; Sinaí; Tierra Adentro y Ye de la Torre. Para la unidad Moderadas se incluyó la infraestructura comunitaria de Albania; Campo Seco; caño Dorada; Curva de la Nubia; El Cocuy; El Dorado; Km 17; Km 27; Km 28; La Chisposa; La Traviata; Puerto Araujo; San Fernando; San Juan de la Carretera; San Pedro de la Paz; Sinaí y Ye de la Torre y las áreas rurales de Albania; Campo Seco; caño Baúl; Curva de la Nubia; El Cocuy; El Dorado; Km 27; La Chisposa; Los Ranchos (tierras colectivas); Puerto Araujo y San Fernando.

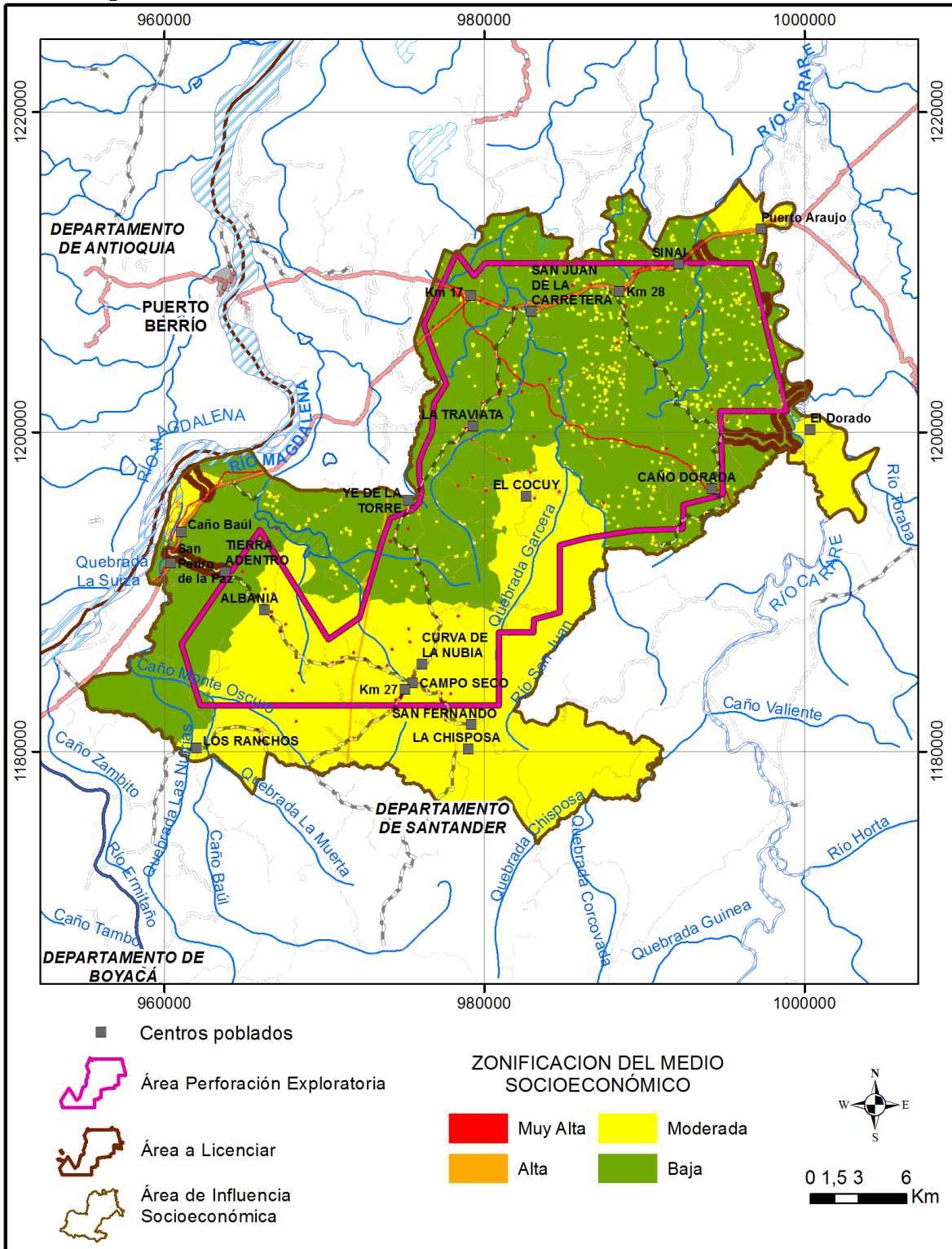
Las zonas que se consideraron de Muy Alta sensibilidad corresponden a los pozos, jagüeyes, aljibes y sistemas de transporte de hidrocarburos; mientras que las de Alta incluye vías, redes de alta tensión y la infraestructura comunitaria de caño Baúl. No se definieron áreas de Muy Baja sensibilidad social.

Tabla R-34 Descripción de las unidades de sensibilidad ambiental del medio socioeconómico

SENSIBILIDAD	AI SOCIOECONÓMICA		ÁREA POR LICENCIAR		APE VMM-9	
	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
MUY ALTA	853,30	0,91	644,60	1,22	664,32	1,25
ALTA	1.522,29	1,62	761,57	1,44	821,77	1,54
MODERADA	38.694,81	41,18	17.958,77	33,91	17.485,60	32,78
BAJA	52.891,90	56,29	33.596,44	63,44	34.370,78	64,43
MUY BAJA	-	-	-	-	-	-
Total	93.962,30	100,00%	52.961,38	100,00	53.342,48	100,00

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-32 Zonificación de la sensibilidad ambiental del medio socioeconómico



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

A partir de la superposición de las unidades ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y de los elementos sociales y ambientales que presentan un manejo legal, se obtuvo la zonificación ambiental del APE VMM-9, la cual se presenta en la Tabla 8-1. La información del área de influencia corresponde a las áreas compartidas con información en los tres medios.

Tabla 8-1 Zonificación ambiental

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL		ÁREA POR LICENCIAR		APE VMM-9	
	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
MUY ALTA	24.702,50	35,77	18.997,53	35,87	18.769,02	36,14
ALTA	13.718,76	19,86	8.612,93	16,26	8.392,21	16,16
MODERADA	30.643,10	44,37	25.350,92	47,89	24.778,92	47,71
BAJA	-	-	-	-	-	-
MUY BAJA	-	-	-	-	-	-
TOTAL	69.064,36	100,00	52.961,38	100,00	51.940,15	100,00

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para la identificación y evaluación de impactos se aplicó la metodología de Conesa, versión 2010, en donde se hace una estimación de la importancia del impacto con base en el grado de manifestación cualitativo del impacto, representada por un valor que se deduce mediante un modelo que se encuentra en función del valor asignado a cada una de las variables analizadas (Intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Recuperabilidad, Sinergia, Acumulación, Efecto y Periodicidad.

La importancia del impacto es la estimación del impacto con base en el grado de manifestación cualitativo del impacto y viene representada por un valor que se deduce mediante un modelo que se encuentra en función del valor asignado a cada una de las variables analizadas.

$$\text{IMPORTANCIA (I)} = \pm Ca (3In+2Ex+Mo+Pe+Rv+Rc+Ef+Pr+Ac+Si)$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 96, los cuales se clasificaron de la siguiente manera (Tabla R-35):

Tabla R-35 Categorías de la Importancia del Impacto

CARÁCTER NEGATIVO	
Irrelevante o compatibles	Mayor o igual a -20
Leve	Entre -21 y -40
Moderado	Entre -41 y -60
Severo	Entre -61 y -80
Crítico	Menores a -80
CARÁCTER POSITIVO	
Efecto benéfico	Mayor a 13

Para el escenario sin proyecto, se estableció que las actividades generadoras de cambio sobre los componentes ambientales en el área de influencia del proyecto APE VMM-9, corresponden a:

1. Ganadería extensiva: pastoreo del ganado y extensión de la frontera ganadera.
2. Actividades del sector de hidrocarburos: actividades de exploración sísmica de hidrocarburos y Transporte de hidrocarburos.
3. Suministro de agua: prestación del servicio de acueducto y captaciones de los usuarios que no cuentan con el servicio de acueducto.
4. Generación de residuos líquidos: actividades domésticas.
5. Generación de residuos sólidos: quema de residuos sólidos, disposición de residuos sólidos en cuerpos de agua superficiales y disposición de residuos sólidos a cielo abierto.
6. Explotación de recursos maderables: tala de árboles.
7. Infraestructura Vial: construcción de infraestructura vial, reducción del ancho de las vías y Tránsito por vías en mal estado terciarias.
8. Caza y pesca: caza de fauna terrestre y pesca para consumo humano o para comercialización.
9. Actividades agrícolas: siembra de cultivos de caucho y cacao y siembra de cultivos de Pancoger.
10. Comercialización de bienes y servicios.
11. Desmovilización de grupos armados al margen de la Ley.
12. Actividades de integración comunitaria: campeonato interveredal de fútbol y Eventos comunitarios locales.

A partir de la información recopilada en línea base y que se presenta en el Capítulo 5 y con la descripción del proyecto presentada en el Capítulo 3, se realizaron talleres interdisciplinarios para realizar la identificación de los componentes y elementos susceptibles de experimentar cambios, así como los potenciales impactos, los cuales se presentan a continuación (Tabla R-36):

Tabla R-36 Identificación de componentes, elementos e impactos

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO/ ACTIVIDAD
MEDIO ABIÓTICO	GEOSFÉRICO	GEOTECNIA	Alteración de la estabilidad geotécnica.
			Activación de procesos erosivos y de remoción en masa.
		SUELO	Pérdida de los horizontes superficiales del suelo.
	Pérdida de la productividad de los suelos.		
	PAISAJE	Alteración de la calidad visual del paisaje.	
	RECURSO HÍDRICO	AGUA SUPERFICIAL	Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico superficial.
			Cambios en la calidad del agua superficial.
		AGUA SUBTERRÁNEA	Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.
			Cambios en la calidad del agua subterránea.
			Cambio en los patrones de recarga del acuífero.
Cambio en las propiedades geohidráulicas del acuífero y afectación de patrones de drenaje a nivel local.			

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO/ ACTIVIDAD
MEDIO ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	CALIDAD DEL AIRE	Cambios en los niveles de presión sonora.
			Cambios en la calidad del aire.
MEDIO BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	COBERTURA VEGETAL	Cambios en el uso del suelo.
			Fragmentación de coberturas.
			Cambios en la composición y estructura de las coberturas boscosas.
	FAUNA SILVESTRE	Modificación de los hábitats para la fauna silvestre.	
		Cambios en la composición y/o estructura y/o distribución de las poblaciones faunísticas.	
	ECOSISTEMAS	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Cambios en los servicios ecosistémicos.
ECOSISTEMA ACUÁTICO	FAUNA ACUÁTICA	Cambios en los ecosistemas acuáticos superficiales y/o comunidades hidrobiológicas.	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	COMPONENTE DEMOGRÁFICO	ESTRUCTURA POBLACIONAL	Aumento de la cantidad de población en los asentamientos promovida por inmigrantes que buscan oportunidades económicas.
	COMPONENTE ESPACIAL	SERVICIOS PÚBLICOS / SERVICIOS SOCIALES	Aumento de la demanda de los servicios públicos y sociales existentes.
	COMPONENTE ECONÓMICO	ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD	Incremento de los precios de la tierra a raíz del mejoramiento de la infraestructura vial.
			Incremento de los precios de la tierra ocasionados por procesos especulativos del valor de la tierra.
		ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN	Aumento del costo de vida.
			Pérdida de mercado laboral para el desarrollo de proyectos agroforestales comunitarios.
		MERCADO LABORAL	Diversificación de las actividades económicas de la región gracias al aprendizaje de nuevos oficios.
			Mejoramiento de las condiciones laborales y de las capacidades técnicas de la mano de obra de la región.
			Aumento temporal de los ingresos familiares.
			Aumento de la presión sobre las ofertas laborales generadas por el proyecto.
			Desplazamiento de la fuerza laboral actual hacia el sector hidrocarburos.
		PROCESOS PRODUCTIVOS Y REDES DE MERCADEO	Generación de dependencia económica a las actividades del proyecto, producto de la oferta laboral y de adquisición de bienes y servicios.
	Incremento de la oferta de bienes y servicios dirigidos a población.		
		Incremento de la oferta de bienes y servicios dirigidos al proyecto.	

MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO/ ACTIVIDAD
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	COMPONENTE CULTURAL	ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS Y CULTURALES	Modificación de los procesos de integración comunitaria ocasionados por la presencia de población foránea y por el aumento del volumen del dinero circulante.
			Surgimiento de choques culturales por prácticas de la población foránea que son rechazadas por las comunidades locales.
	COMPONENTE POLÍTICO	ASPECTOS POLÍTICO-ORGANIZATIVOS	Incremento de conflictos con propietarios por construcción, ampliación y mantenimiento de vías.
			Aumento en la capacidad de gestión y organización comunitaria.
			Generación de conflictos con la empresa debidos a la difusión de información incorrecta o negativa sobre las actividades del proyecto.
	COMPONENTE POLÍTICO	ASPECTOS POLÍTICO-ORGANIZATIVOS	Reconfiguración de los liderazgos ante el nuevo contexto del proyecto.
Generación de conflictos por molestias asociadas a la ejecución del proyecto (contratación de personal, adquisición de bienes y servicios, ruido, congestión vehicular, levantamiento de partículas, vibración, etc.).			

Fuente: Geotec Ingeniería, 2016.

A partir de la calificación de los impactos potenciales por el desarrollo del proyecto, se realizó un análisis de los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, los cuales son considerados fundamentales para este tipo de ejercicio.

Los impactos acumulativos se consideraron aquellos que presentan un incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. De acuerdo con los análisis de la evaluación de impactos, de los 41 impactos identificados y evaluados, 31 impactos (75,6%) corresponden a impactos acumulativos. Asimismo, se puede concluir que del total de los impactos acumulativos 6 (19,35%) se generarían en el medio abiótico, siete (22,58%) en el medio biótico y finalmente 18 de los 31 impactos acumulativos (58,06%), se generarían en el componente socio económico y cultural.

En relación con las actividades de Estimulación Hidráulica se identificaron y evaluaron 12 impactos, de los cuales 9 (75%) se calificaron como acumulativos. Del total de los impactos acumulativos tres (33%) corresponden al medio abiótico, 4 (44,4%) se generarían en el medio biótico y 2 (22,2%) se generarían en el medio socio económico y cultural. Se hace la aclaración referente a que varios de los impactos identificados y evaluados corresponden a impactos potenciales por pérdida de integridad de los pozos, es decir que bien pueden verse como riesgos y por tanto se plantean medidas en ambos sentidos.

Respecto a los impactos sinérgicos, de los 41 Impactos identificados y evaluados, el 100% corresponden a impactos sinérgicos; de éstos, 13 (31,71%) se generarían en el medio abiótico, siete (17,07%) corresponden al medio biótico y 21 (51,22%) se generarían en el medio socio económico y

cultural. Las condiciones ambientales y socio culturales y económicas actuales del área donde se localiza el Proyecto, son el resultado de los cambios a los que históricamente ha sido sometido, los cuales han generado un ecosistema muy intervenido por la deforestación, la ganadería extensiva, la ampliación de la frontera pecuaria, la presencia de grupos al margen de la ley, el aprovechamiento forestal, y todos aquellos aspectos que se mencionan en la línea base y en la evaluación de impactos sin proyecto. Estos aspectos hacen que las actividades que se realizan en el marco del proyecto exploratorio generen sinergia con otras actividades, ya existentes o entre las mismas actividades del proyecto.

En el caso de los impactos sinérgicos asociados a las actividades de estimulación hidráulica, el análisis concluye que, de los 12 impactos relacionados a estas actividades, ocho son sinérgicos, y corresponden al 66,67%. De los impactos sinérgicos, dos (25%) se generarían en el medio abiótico, cuatro (50%) en el medio biótico y dos (25%) se presentarían en el medio social.

Para el caso de los impactos residuales, que son aquellos cuyos efectos persistirán en el ambiente, luego de aplicadas las medidas de prevención, minimización y mitigación, por lo que se deberán aplicar medidas compensatorias, se estableció que, de los 165 Impactos Significativos, sólo 96 impactos, es decir el 58%, se convierten en impactos residuales. Los impactos residuales corresponden principalmente a aquellos que están asociados a la pérdida de los horizontes superficiales del suelo, pérdida de la productividad de los suelos, alteración de la calidad visual del paisaje, cambios en la composición y estructura de las coberturas boscosas, cambios en el uso del suelo, aumento del costo de vida. Estos impactos se convierten en impactos residuales, ya que, aunque se implementen medidas de manejo ambiental éstas no previenen ni mitigan los impactos generados por las actividades; tal es el caso de la pérdida de los horizontes superficiales del suelo y por ende la productividad de los mismos, los cuales tardarán años en recuperarse aun realizando las actividades planteadas en las medidas de manejo. Las actividades que hacen que éste impacto se considere como residual son aquellos que implican el movimiento de tierras (descapote, cortes o relleno), tales como la construcción y/o adecuación de vías, construcción de locaciones, construcción de piscinas para el almacenamiento de agua fresca.

Algo similar sucede con la alteración de la calidad visual del paisaje, la cual está relacionada con los cambios en el uso del suelo y cambios en la composición y estructura de las coberturas boscosas, y aunque está relacionado con muchas actividades, las que hacen que éste impacto se considere son la construcción y/o adecuación de vías, construcción de locaciones y la disposición de material de excavaciones y sobrantes, aunque se realicen actividades, ya se han introducido al paisaje elementos discordantes los cuales no se pueden eliminar en las actividades de desarme y movilización, por el contrario es necesario realizar actividades de compensación.

Respecto a los impactos por estimulación hidráulica, aquellos residuales corresponden especialmente al componente social, ya que la exploración de Yacimientos No Convencionales es una experiencia nueva en Colombia que ha generado todo tipo de reacciones, incluida la conformación de Organizaciones No Gubernamentales y otro tipo de asociaciones que se oponen a éstas prácticas; sin embargo, el proceso de comunicación con la comunidad será una constante en el proyecto, para evitar que se generen manifestaciones u otro tipo de actos que puedan afectar el normal desarrollo del proyecto, tal y como se presenta en el Capítulo 11 de este estudio.

10. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto VMM-9 se realizó a partir de las unidades de sensibilidad e importancias obtenidas en la zonificación ambiental, complementando las posibles restricciones de acuerdo con los impactos que se pueden generar por las diferentes actividades del proyecto. La zonificación de manejo definida permitirá establecer la factibilidad, clase de intervención y el desarrollo de las diferentes actividades proyectadas dentro del alcance del proyecto de perforación exploratoria. Es así como, tomando como base la zonificación ambiental realizada para el APE VMM-9 y su área a licenciar, de cada uno de los medios (Capítulo 6), y considerando los impactos que se pueden generar por la realización de las actividades del proyecto (Capítulo 8), se analizaron las unidades de sensibilidad e importancia ambiental, con base en el tipo de intervención que es posible realizar en cada una de ellas, definiendo tres categorías generales de manejo.

Estas categorías de manejo, en las cuales se clasificó el APE VMM-9, obedecen a las categorías establecidas en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de Proyectos de Perforación Exploratoria de Hidrocarburos (MADS, 2014), bajo los cuales se desarrolló el presente Estudio de Impacto Ambiental.

Inicialmente, se realizó un análisis para cada una de las categorías ambientales y elementos sensibles establecidos en cada medio, para luego establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto en el área de influencia ambiental (AI), área a licenciar y para el Área de Perforación Exploratoria (APE). Para esta zonificación final, se incorporaron las áreas consideradas de restricción legal (cuerpos de agua y ronda de protección y la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Finca Agroecológica El Paraíso").

La zonificación de manejo de las actividades para el proyecto APE VMM-9 y la identificación de las restricciones se muestran en la Tabla R-37, donde se aprecia que de las unidades ambientales establecidas mediante el cruce de información abiótica, biótica, socioeconómica, se agruparon en cuatro áreas de manejo (Figura R-33). De la misma forma, se consideraron las fallas activas, las cuales de acuerdo con la Resolución 90341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía, no se permite realizar estimulación hidráulica a menos de 1 km de una falla activa mayor identificada, potencialmente peligrosa, especialmente que este en el basamento y que tenga buzamiento hacia el interior del campo. De la misma forma, no se permite realizar inyección, cuando la distancia a una falla activa mayor identificada, potencialmente peligrosa, sea menor a dos (2) veces la profundidad del pozo de inyección propuesto (Resolución 90341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía). Para otras actividades, tanto en yacimientos convencionales y no convencionales, no se presenta esta exclusión. Para este elemento, en el PMA específico se presentará un mapa adicional de la zonificación ambiental de manejo, correspondiente a una zonificación del subsuelo, en donde se establezca la exclusión de 1 km a las fallas registradas en el APE VMM-9. Al respecto, en el diseño de detalle del PMA, se debe tener en cuenta el buzamiento de la falla.

Tabla R-37 Zonificación de manejo ambiental del proyecto

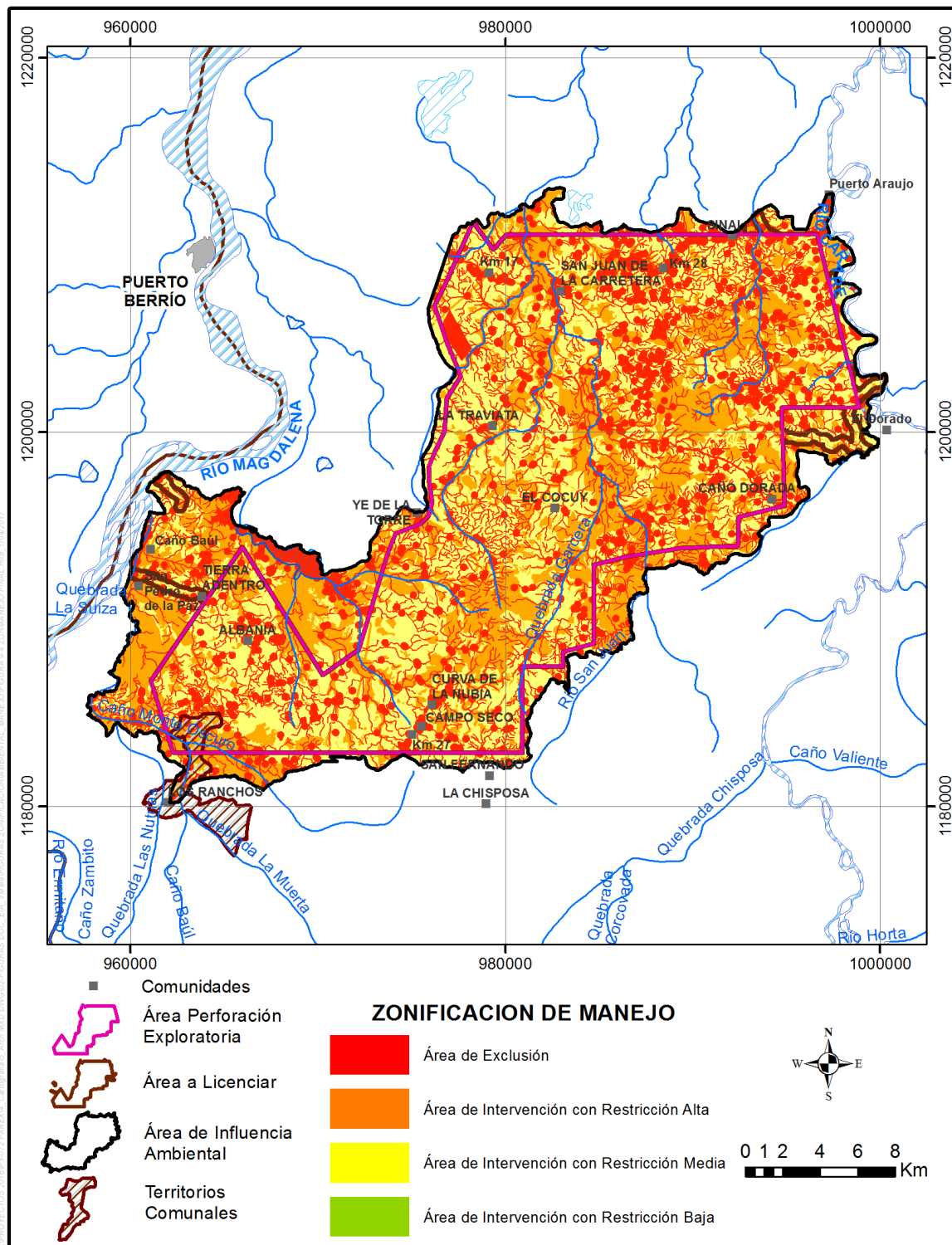
UNIDAD DE SENSIBILIDAD	CONDICIÓN AMBIENTAL	UNIDAD DE MANEJO	MANEJO AMBIENTAL		AI AMBIENTAL		ÁREA A LICENCIAR		APE		
			PROYECTOS PUNTUALES (CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS, ZODMES, FACILIDADES)	PROYECTOS LINEALES (CONSTRUCCIÓN DE VIAS, LÍNEAS DE FLUJO Y DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA)	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %	
MUY ALTA	Ecosistemas de humedales: Ciénaga Cachimberos y su ronda de protección de 100 m.	ÁREAS DE EXCLUSIÓN (AE)	No podrán ser intervenidas por las actividades del proyecto.		23.729,60	34,36	18.056,44	34,11	17.710,33	34,10	
	Puntos de agua: manantiales, aljibes y pozos profundos y cualquier otra infraestructura relacionada con el uso del recurso hídrico subterráneo y su ronda de protección (200 m)		No podrán ser intervenidas por las actividades del proyecto. Para perforación en YNC se tendrá una franja de no intervención de 200 m (Ministerio de Minas). El Artículo 15 de la Resolución 9 0341 de 2014 del Ministerio de Minas y Energía establece que no podrán realizar operaciones de estimulación hidráulica en pozos que se encuentren a menos de doscientos (200) metros de distancia en superficie de un pozo de agua construido con fines de consumo, irrigación, uso agropecuario u otras actividades de subsistencia.	En caso de que se realicen obras cercanas a estas zonas, por efecto de proyectos lineales o actividades de movilización, en una extensión menor a los 200 m, se debe garantizar su protección, evitando cualquier posible afectación por la actividad							
	Infraestructura socioeconómica y cultural de importancia para las comunidades, tal como las viviendas e infraestructura de servicios públicos y sociales como: escuelas, escenarios deportivos, bocatomas de los acueductos veredales, entre otros, los cuales, no serán intervenidos por obras puntuales ni lineales del proyecto. La infraestructura socioeconómica y cultural tendrá además un radio de protección de 200 m a la redonda, medidos a partir de su periferia, en el cual no podrán desarrollarse actividades puntuales del proyecto		No podrán ser intervenidas por las actividades puntuales del proyecto. El artículo 15 de la Resolución 181495 de 2009, establece que "ningún pozo puede ser perforado a menos de las siguientes distancias sin permiso especial del Ministerio de Minas y Energía: e) cien (100) metros de las casas de habitación". No obstante, como mejor práctica de la industria de los hidrocarburos, la distancia de exclusión para proyectos puntuales se amplía a 200 m a la redonda de cualquier Infraestructura socioeconómica y cultural.								
	Área forestal protectora en una faja no inferior a 30 m de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanente o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua (Artículo tercero del Decreto 1449 de 1977).		No podrán ser intervenidas por las actividades puntuales del proyecto								Pueden ser intervenidos por proyectos líneas (ocupaciones de cauce) o por la captación y/o vertimiento de agua residual tratada originada de los proyectos en YC, en los sitios autorizados por la autoridad ambiental
	Áreas Normalizadas: en el área del APE VMM-9 se presenta la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Finca Agroecológica El Paraíso", localizada en la comunidad Km 17 (vereda San Juan, municipio de Cimitarra) y declarada mediante Resolución 082 del 5 de agosto de 2015		No podrán ser intervenidas por las actividades del proyecto.								
	Fallas activas		No se permite realizar estimulación hidráulica a menos de 1 km de una falla activa mayor identificada, potencialmente peligrosa, especialmente que este en el basamento y que tenga buzamiento hacia el interior del campo (Resolución 90341 de 2014 Ministerio de Minas y Energía). No se tiene restricción para otras actividades, tanto en proyectos convencionales como no convencionales								Pueden ser intervenidos por proyectos líneas
MUY ALTA	Tierras comunales de la comunidad de Los Ranchos (predios Siberia y Mapaná)	ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES MAYORES (AIRMA)	Por restricciones de las Resoluciones 001881 de 2006 (predio Siberia) y 2798 de 2006 (predio Mapaná), no podrá realizarse ninguna actividad del proyecto, posterior al 29 de septiembre de 2018 y al 28 de diciembre de 2018, respectivamente, hasta que los propietarios de los predios hubiesen adelantado el proceso de titulación con el INCODER, en favor de los beneficiarios particulares, para la titulación individual de cada parcela. Actualmente, son terrenos colectivos. En el predio Siberia, son 60 parcelas, y en Mapaná, 55.		19.932,06	28,86	13.807,49	26,04	13.627,91	26,24	

UNIDAD DE SENSIBILIDAD	CONDICIÓN AMBIENTAL	UNIDAD DE MANEJO	MANEJO AMBIENTAL		AI AMBIENTAL		ÁREA A LICENCIAR		APE	
			PROYECTOS PUNTUALES (CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS, ZODMES, FACILIDADES)	PROYECTOS LINEALES (CONSTRUCCIÓN DE VIAS, LÍNEAS DE FLUJO Y DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA)	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %
MUY ALTA	Bosques Densos altos y fragmentados, junto con la Vegetación secundaria con Muy Alta fragmentación, asociadas a zonas con susceptibilidad geotécnica Muy Alta, con susceptibilidad a inundarse, en zonas con vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos Alta. En estas áreas, las unidades geológicas de rocas y depósitos presentan un alto grado de meteorización y cementación muy pobre; se encuentran a distancia de fallas importantes inferiores a 200 m; conformadas en terrenos escarpados o pendientes muy empinadas, sin vegetación o degradados. También se presentan afloramiento de manantiales, asociados a acuíferos libres con alta vulnerabilidad a la contaminación; con nivel freático en superficie, y densidad de drenaje Muy alta.	ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES MAYORES (AIRMA)								
ALTA	Bosque denso alto, Zonas pantanosas y Vegetación secundaria, principalmente, las cuales presentan una sensibilidad alta a moderada por su fragmentación., que se encuentran en sectores susceptibles a la inundación, donde se ubica los acuíferos con vulnerabilidad Alta a la contaminación, y rocas con alto o moderado grado de meteorización y cementación. Estas áreas se encuentran a distancias a fallas importantes entre 200 y 1.000 m, en terrenos alomados u ondulados, con pendientes empinadas y moderadas; los niveles freáticos se encuentran a profundidades entre 0,5 y 5 m y densidad de drenaje Alta a Moderada. Las coberturas vegetales de Alta sensibilidad biótica están conformadas por Bosque denso alto, Zonas pantanosas y Vegetación secundaria, principalmente, las cuales presentan una fragmentación alta a moderada		No se podrán intervenir cobertura de bosques para la adecuación o instalación de proyectos puntuales.	Se podrá hacer actividades de adecuación, movilización, cruces de líneas de flujos, derechos de vías para líneas de flujo o de transmisión eléctrica, siguiendo los parámetros del plan de manejo ambiental específico, considerando las áreas menos susceptibles, con el fin de hacer un aprovechamiento forestal mínimo.						
ALTA	Vías de la red vial nacional. (departamentales, municipales, veredales, privadas y carretables)		De acuerdo con lo establecido en la Ley 1228 de 2008, se dejará corredores de protección así: vías de primer orden una distancia de sesenta (60) m, vías de segundo orden una distancia de cuarenta y cinco (45) m y vías de tercer orden una distancia de treinta (30)	Se podrá hacer actividades de adecuación, movilización, cruces de líneas de flujos, derechos de vías para líneas de flujo o de transmisión eléctrica, siguiendo los parámetros del plan de manejo ambiental específico.						
ALTA	Infraestructura petrolera (oleoductos, gasoductos, poliductos),		Se mantendrá un radio de protección de 50 m, acorde con lo establecido en el artículo 15 de la Resolución 181495 de 2009, y la Res. 1343/30 diciembre de 2013, del Min Minas	Se revisará la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente. Se respetarán las distancias y se intervendrá solo las zonas necesarias para la construcción de vías de acceso o la instalación de líneas de flujo. Considerar las medidas de manejo específicas establecidas en los planes de manejo ambiental, especialmente con las obras que se requieran para que no haya afectación de la infraestructura existente.						

UNIDAD DE SENSIBILIDAD	CONDICIÓN AMBIENTAL	UNIDAD DE MANEJO	MANEJO AMBIENTAL		AI AMBIENTAL		ÁREA A LICENCIAR		APE	
			PROYECTOS PUNTUALES (CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS, ZODMES, FACILIDADES)	PROYECTOS LINEALES (CONSTRUCCIÓN DE VIAS, LÍNEAS DE FLUJO Y DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA)	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %	Área (ha)	Cobertura %
MODERADA	Pastos, Pastos arbolados y Mosaicos de pastos y espacios naturales, en zonas de susceptibilidad a la inundación, principalmente en sectores de rocas con moderado a bajo grado de meteorización y cementación buena a media. Se encuentran a distancias a fallas importantes entre 500 a 2.000 m, unidades geomorfológicas de terrenos ondulados o suavemente ondulados; niveles freáticos a profundidades entre 5 y 10 m, vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos moderada y densidad de drenaje Moderada a Baja; en algunas zonas rurales de las veredas Albania; Campo Seco; caño Dorada; Curva de la Nubia; El Cocuy; El Dorado; Km 17; Km 27; Km 28; La Chisposa; La Traviata; Puerto Araujo; San Fernando; San Juan de la Carretera; San Pedro de la Paz; Siná y Ye de la Torre y las áreas rurales de Albania; Campo Seco; caño Baúl; Curva de la Nubia; El Cocuy; El Dorado; Km 27; La Chisposa; Puerto Araujo y San Fernando	ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES MEDIAS (AIRME)	Se podrán intervenir para la construcción de locaciones con plataformas multipozo, o facilidades de producción dando cumplimiento con el Plan de Manejo Específico	Se podrán intervenir para la instalación de líneas de flujo y de transmisión, construcción de vías de acceso, considerando las especificaciones técnicas y el manejo ambiental acorde a la actividad	25.402,65	36,78	21.097,38	39,85	20.601,83	39,66
BAJA	Áreas no susceptibles a la inundación, con acuíferos con moderada vulnerabilidad a la contaminación. La susceptibilidad a la inestabilidad geotécnica es amplia, predominando rocas con bajo grado de meteorización y bien cementadas; unidades geomorfológicas de terrenos planos; niveles freáticos superiores a 5-m y densidad de drenaje pobre, que no presentan alguna cobertura vegetal. Se encuentran primordialmente distantes de fallas, entre 1.000 a 5.000 m; en terrenos suavemente ondulados.	ÁREAS DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES BAJAS (AIRBA)	Se podrán intervenir para la construcción de locaciones con plataformas multipozo, o facilidades de producción, o cualquier proyecto puntual, dando cumplimiento de las especificaciones técnicas y ambientales acordes con la actividad.	Se podrán intervenir para la instalación de líneas de flujo y de transmisión, construcción de vías de acceso, considerando las especificaciones técnicas y el manejo ambiental acorde a la actividad	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00
TOTAL					69.064,36	100,00	52.961,38	100,00	51.940,15	100,00

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

Figura R-33 Zonificación de manejo ambiental del proyecto



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2017.

11. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Esta evaluación permite identificar cómo el proyecto podría generar pérdidas de bienestar en las personas del AI del proyecto y ganancias de bienestar en esta población, para de esta forma plantear un esquema de gestión ambiental que permita disminuir los potenciales costos sociales del mismo. Adicionalmente, el resultado de la evaluación permite concluir si el proyecto, es o no, recomendable desde el punto de vista social.

Para lo cual, y de acuerdo con los resultados de la evaluación de impactos, se plantea que un impacto no se internaliza cuando, a pesar de aplicar las medidas del Plan de Manejo, el impacto genera costos sociales en la población del área de influencia. Así las cosas, se consideró que se presentan dos variables de evaluación que brindaban información suficiente para concluir si un impacto es o no internalizable, la reversibilidad y la recuperabilidad. Con base en la información de la evaluación de impactos, se concluye que los impactos no internalizables del proyecto y que por consiguiente serán objeto de valoración económica, son:

- Pérdida de los horizontes superficiales del suelo.
- Alteración de la calidad visual del paisaje.
- Cambios en el uso del suelo.
- Fragmentación de coberturas.
- Cambios en la composición y estructura de las coberturas boscosas.
- Modificación de los hábitats para la fauna silvestre.
- Cambios en la composición y/o estructura y/o distribución de las poblaciones faunísticas.
- Aumento de la cantidad de población en los asentamientos promovida por inmigrantes que buscan oportunidades económicas.

De otro lado, se llevó a cabo una valoración económica de beneficios asociados al proyecto, como impuestos, generación de empleo, inversión de no menos del 1% del costo del Proyecto, con el fin de establecer costos y beneficios sociales del Proyecto. El Análisis Beneficio Costo del Proyecto es un análisis que muestra una razón de proporcionalidad entre los costos y beneficios de un Proyecto, obteniéndose que el análisis muestra que el proyecto muestra que, por cada peso de costo social generado por el proyecto, se generan cerca de 15 pesos de beneficios sociales, lo que significa que el proyecto es recomendable desde el punto de vista social.

De esta forma, se considera que el proyecto de perforación exploratoria VMM-9 es recomendable desde el punto de vista social en la medida en la que los beneficios sociales que este genera son mucho mayores a los costos sociales asociados a su desarrollo. Asimismo, todos los escenarios analizados, como parte del análisis de sensibilidad, muestran que, el proyecto continuaría siendo viable desde el punto de vista social, inclusive si se le sometiera a condiciones extremas, como por ejemplo, quitar su beneficio más significativo y aumentar en una forma desproporcionada aspectos claves como; el área de afectación de ecosistemas nativos, el número de personas a las que se les desmejora el agua y el número de personas afectadas por la disminución en la calidad del paisaje.

12. PLANES Y PROGRAMAS

12.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

12.1.1 Programas de manejo ambiental

Para cada medio, se relacionan los elementos ambientales a manejar de acuerdo con la evaluación presentada en el Capítulo 8.0, el impacto ambiental identificado y los objetivos, metas, indicadores y las medidas a aplicar en las diferentes etapas, de acuerdo con las características técnicas del proyecto. A continuación, se presenta la estructura del Plan de Manejo Ambiental para el APE VMM-9 (Figura R-34, Figura R-35 y Figura R-36).

Figura R-34 Estructura Plan de Manejo Medio Abiótico

MEDIO ABIÓTICO (MA)	PROGRAMA DE MANEJO DEL SUELO (S)	MAS-1 Manejo y disposición de material de excavación, sobrantes y escombros
		MAS-2 Manejo de taludes
		MAS-3 Manejo paisajístico
		MAS-4 Manejo de áreas de préstamo lateral
		MAS-5 Manejo de materiales de construcción
		MAS-6 Manejo de residuos líquidos
		MAS-7 Manejo de escorrentía
		MAS-8 Manejo de residuos sólidos y especiales
		MAS-9 Manejo de aditivos
		MAS-10 Manejo de la recuperación de suelos
	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO (RH)	MARH-1 Manejo de cruces de cuerpos de agua
		MARH-2 Manejo de la captación de aguas superficiales
		MARH-3 Manejo, ahorro y uso eficiente de agua
		MARH-4 Manejo del transporte y almacenamiento de agua
		MARH-5 Manejo del vertimiento en cuerpos de agua
	PROGRAMA DE MANEJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (AS)	MAAS-1 Manejo de la captación de aguas subterráneas
		MAAS-2 Manejo de la reinyección e inyección
		MAAS-3 Manejo de la estimulación hidráulica
		MAAS-4 Manejo del vertimiento por aspersión en suelo
	PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO AIRE (RA)	MARA-1 Manejo de emisiones y fuentes de ruido
MARA-2 Manejo, ahorro y uso eficiente de energía		

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Figura R-35 Estructura Plan de Manejo Medio Biótico

MEDIO BIÓTICO (MB)	PROGRAMA DE MANEJO DE FLORA Y FAUNA (FF)	MBFF-1 Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote
		MBFF-2 Manejo de flora
		MBFF-3 Manejo de fauna
		MBFF-4 Manejo del aprovechamiento forestal
	PROGRAMA DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HÁBITATS (PCH)	MBPCH-1 Programa de protección y conservación de hábitats
	PROGRAMA DE REVEGETALIZACIÓN (R)	MBR-1 Programa de revegetalización
	PROGRAMA MANEJO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS (EA)	MBEA-1 Manejo y conservación de flora y fauna acuática
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN (C)	MBC-1 Manejo y conservación de fauna y flora	
PROGRAMA DE COMPENSACIÓN(CO)	MBCO-1 Compensación por fauna y flora	

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Figura R-36 Estructura Plan de Manejo Medio Socioeconómico

MEDIO SOCIO ECONÓMICO (MS)	PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (I)	MSI-1 Información a comunidades
		MSI-2 Información a autoridades locales
		MSI-3 Información a propietarios
	PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES LOCALES (F)	MSF-1 Talleres de fortalecimiento de las capacidades de las comunidades
	PROGRAMA DE GESTIÓN DEL ENTORNO SOCIOECONÓMICO (G)	MSG-1 Gestión de peticiones, quejas y reclamaciones
		MSG-2 Gestión institucional

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

12.1.2 Plan de seguimiento y monitoreo

El plan de seguimiento y monitoreo para el proyecto APE VMM-9, está dividido en dos aspectos: el primero corresponde el seguimiento y monitoreo a los planes y programas, con el propósito de revisar la validez y confiabilidad de los mismos; con este plan se vigila y verifica el comportamiento y efectividad de dichos planes y programas, e identifica potenciales oportunidades de mejora en las acciones planteadas en los mismos, que permitan la aplicación de ajustes, si es necesario. El segundo corresponde al seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio, con una visión integral a los componentes, grupo de componentes o medios, de acuerdo con el análisis de impactos realizado, y la evaluación de la magnitud real de las alteraciones que se producen como consecuencia del proyecto, con una visión holística de la calidad del medio y su tendencia.

La estructura del plan se presenta en la Figura R-37, Figura R-38 y Figura R 39.

Figura R-37 Estructura del Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Abiótico

MEDIO ABIÓTICO (SMA)	A. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	SMA-1 Disposición de materiales sobrantes
		SMA-2 Áreas de préstamo lateral, conformación de taludes y material de construcción
		SMA-3 Manejo de la escorrentía
		SMA-4 Aguas residuales y cuerpos receptores
		SMA-5 Vertimiento en suelo
		SMA-6 Emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido
		SMA-7 Manejo de suelos
		SMA-8 Manejo paisajístico
		SMA-9 Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos solidos
		SMA-10 Ocupaciones de cauce
		SMA-11 Captación de aguas superficiales
		SMA-12 Captación de aguas subterráneas
		SMA-13 Uso, transporte y almacenamiento de agua
		SMA-14 Manejo de aditivos
		SMA-15 Estimulación hidráulica
		SMA-16 Reinyección e Inyección
	B. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA TENDENCIA DEL MEDIO	SMA-17 Monitoreo de caudal y calidad de aguas superficiales
		SMA-18 Monitoreo de caudal y calidad de aguas subterráneas
		SMA-19 Monitoreo de calidad del aire y ruido

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Figura R-38 Estructura del Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Biótico

MEDIO BIÓTICO (SMB)	A. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	SMB-1 Seguimiento a las acciones de manejo de flora y fauna
		SMB-2 Seguimiento a las acciones para la protección de ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas
		SMB-3 Seguimiento a las acciones de protección del recurso hidrobiológico
		SMB-4 Seguimiento a la revegetalización y/o reforestación
	B. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA TENDENCIA DEL MEDIO	SMB-5 Monitoreo de fauna
		SMB-6 Monitoreo de flora
		SMB-7 Monitoreo de comunidades hidrobiológicas

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

Figura R 39 Estructura Programa de Seguimiento y Monitoreo a los Planes y Programas del Medio Socioeconómico

MEDIO SOCIO ECONÓMICO (SMS)	A. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	SMS-1 Seguimiento al programa de Información y Comunicación
		SMS-2 Seguimiento al programa de Fortalecimiento de las Capacidades Locales
		SMS-3 Seguimiento al programa de Gestión del Entorno Socioeconómico
	B. SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA TENDENCIA DEL MEDIO	SMT-1 Seguimiento y monitoreo a la Tendencia del Medio Socioeconómico

Fuente: GEOTEC Ingeniería, 2016.

12.1.3 Plan de gestión del riesgo

La elaboración del análisis de riesgo para las actividades desarrolladas en el Área de Perforación Exploratoria VMM-9, constituye una herramienta fundamental en donde se identifican y evalúan las amenazas tanto endógenas (generadas por el proyecto hacia el entorno) como exógenas (generadas por el entorno hacia el proyecto), teniendo en cuenta su probabilidad de ocurrencia, intensidad y duración; la vulnerabilidad (susceptibilidad de los elementos del medio a verse afectados) y las consecuencias (nivel de impacto de los eventos que tengan probabilidad de materializarse según las amenazas).

Para el presente estudio se consideraron las amenazas con probabilidad de ocurrencia significativa, la información se presenta en la Tabla R-38, Tabla R-39 y Tabla R-40.

Tabla R-38 Amenazas Exógenas Generales

AMENAZA EXÓGENA		
AMENAZA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS
SISMO	La amenaza sísmica consiste en la probabilidad de ocurrencia de un sismo, que puede afectar vidas humanas, infraestructura, etc., el "ESTUDIO GENERAL DE AMENAZA SÍSMICA DE COLOMBIA" realizado por la ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA – AIS, 2009, con el apoyo de las Universidades EAFIT, NACIONAL y ANDES, cataloga al Municipio de Cimitarra sobre un área de amenaza sísmica INTERMEDIA, dada su relativa cercanía a sismofuentes que podrían generar los movimientos amenazantes para la zona: Se denomina sismofuente a una región en la litosfera donde se libera la energía acumulada por procesos geodinámicos (Movimientos en la litosfera) y en la que se producen sismos frecuentes y de diferentes magnitudes.	Accidentes e incidentes en personas y en las instalaciones de Parex ubicadas en el APE VMM-9 (heridos, fatalidades), daños en la infraestructura propia y de terceros, pérdida de contención de fluidos (tanques y/o líneas de conducción).
INUNDACIÓN	En la zona se presentan unidades cenagosas y bajos cercanos a los márgenes de los ríos, los cuales en periodos de lluvia son zonas altamente inundables.	Las inundaciones pueden generar accidentes e incidentes, así como paradas operacionales por afectación a equipos y/o herramientas y afectación al medio biótico por arrastre de sustancias peligrosas.

AMENAZA EXÓGENA		
AMENAZA	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS
AMENAZA CERÁUNICA	La Amenaza Cerámica está relacionada con el nivel cerámico; el cual está definido como el número de días del año en los cuales se escucha, por lo menos, un trueno en el lugar de observación. Para Colombia se considera que una región posee una amenaza cerámica alta si en ella se presentan más de 70 eventos. El departamento de Santander en el Valle Medio del Magdalena, de acuerdo con el mapa isocerámico de Colombia (Universidad Nacional de Colombia – Imat, 2009), está próximo a la curva isocerámica 120, lo cual indica una amenaza cerámica muy alta.	Las tormentas eléctricas pueden ocasionar pérdidas humanas e incapacidad por exposición directa, así como incendios en zonas de almacenamiento de material combustible debido a la liberación súbita de una gran cantidad de energía.
ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	En el área de estudio, se observan procesos de inestabilidad, que corresponden a fenómenos de deformación laminar plástica, lenta, favorecida por discontinuidades litológicas por efecto de la gravedad, agua del suelo y pisoteo del ganado, la topografía, tipo de roca, lluvias intensas y deforestación para ampliar la frontera agropecuaria, afectando a materiales homogéneos poco plásticos que nacen sobre substratos arcillosos. En general se caracteriza por una micro topografía de relleno transversal a la pendiente del terreno, separados por pequeños taludes que no presentan ruptura entre peldaños “patas de vaca”, si se agrava por sobrepastoreo se produce cizallamiento separados por mircoescarpes que constituyen las terracetas	La inestabilidad puede generar movimientos y fallas en los puntos de soporte de diferentes tipos de infraestructura: tanques de almacenamiento, torres de perforación y líneas de flujo entre otras. Por lo cual basados en los estudios geotécnicos de deben realizar obras civiles que garanticen la estabilidad de los diferentes equipos y/o construcciones.
INCENDIO FORESTAL	Humedad (zonobioma) de los biomas presentes en el área de estudio y su combinación con la cobertura de la tierra dando como resultado los ecosistemas. Las coberturas herbáceas presentan una mayor susceptibilidad a incendios, al igual que las vegetaciones secundarias o en transición debido a la presencia de individuos de porte arbustivo y matorrales. Las coberturas boscosas también presentan una susceptibilidad alta para los bosques del zonobioma y media para los bosques se encuentran ubicados sobre el helobioma y que están asociados a los cuerpos de agua como ciénagas o valles de los ríos como el San Juan o el Carare. Los ecosistemas que revisten menor susceptibilidad son los acuáticos.	Estos eventos pueden provocar principalmente incendios operativos en caso de que la radiación o las llamas del incendio forestal alcancen productos inflamables propios de la operación, así mismo pueden ocasionar accidentes e incidentes a personas expuestas.
EROSIÓN	La erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es inferior a la tasa de desgaste; la degradación o pérdida de horizonte superficial es una de las consecuencias del fenómeno erosivo. Técnicamente la erosión es un proceso que consiste en el remodelado del paisaje original producido por condiciones naturales y antrópicas.	Como consecuencias principales de este suceso, se encuentran los cambios en uso de suelos, reducción de la flora, flora y cobertura vegetal, así como el aumento de riesgo de deslizamientos y desprendimientos de tierra.

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

Tabla R-39 Amenazas Endógenas Generales

AMENAZA ENDÓGENA		
AMENAZAS	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS
INCENDIO/ EXPLOSIÓN	Los incendios y explosiones se generan por pérdida de contención de fluidos inflamables o combustibles (Líquidos o gases), que al ser sometidos a condiciones como: concentraciones de vapores dentro de los límites de inflamabilidad, un comburente (generalmente oxígeno) y una fuente de ignición (puntos calientes, llamas abiertas, chispas etc.) liberan energía en forma de luz, calor y ondas.	Los efectos inmediatos de estos eventos son de tipo térmico y mecánico (Radiación y ondas de presión respectivamente) los cuales pueden generar fatalidades, lesiones, daños importantes a la infraestructura, paradas operacionales y afectación al medio ambiente.
DERRAME	Las pérdidas de contención de líquidos se pueden presentar por fallas operativas, accidentes o procesos y su nivel de afectación está condicionado principalmente por la cantidad de fluido y las características de la sustancia involucrada	Afectación a suelos y cuerpos de agua, en contacto con fuentes de ignición puede generar incendios y explosiones, en espacios cerrados puede generar atmósferas tóxicas.
ESCAPE DE GAS	Las pérdidas de contención de líquidos se pueden presentar por fallas operativas, accidentes o procesos y su nivel de afectación está condicionado principalmente por la cantidad de fluido y las características de la sustancia involucrada. Para el caso de las operaciones llevadas a cabo en el Área de Perforación Exploratoria VMM-9.	Supresión de oxígeno en espacios cerrados y explosión/incendio en contacto con fuentes de ignición.
BLOW OUT/PATADA DE POZO	Son eventos que consisten en liberación súbita y generalmente a gran presión de fluidos propios del yacimiento como agua, petróleo y gas) por condiciones operativas de cada pozo.	Fatalidades, lesiones en trabajadores (principalmente del área de perforación), incendios posteriores al evento y serios daños a la infraestructura.
ACCIDENTES DE TRÁNSITO	Choques simples o accidentes mayores con carrotanques de transporte de fluidos, en este caso, agua, crudo y aditivos.	Derrame, incendio, explosión y lesiones a personas.

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

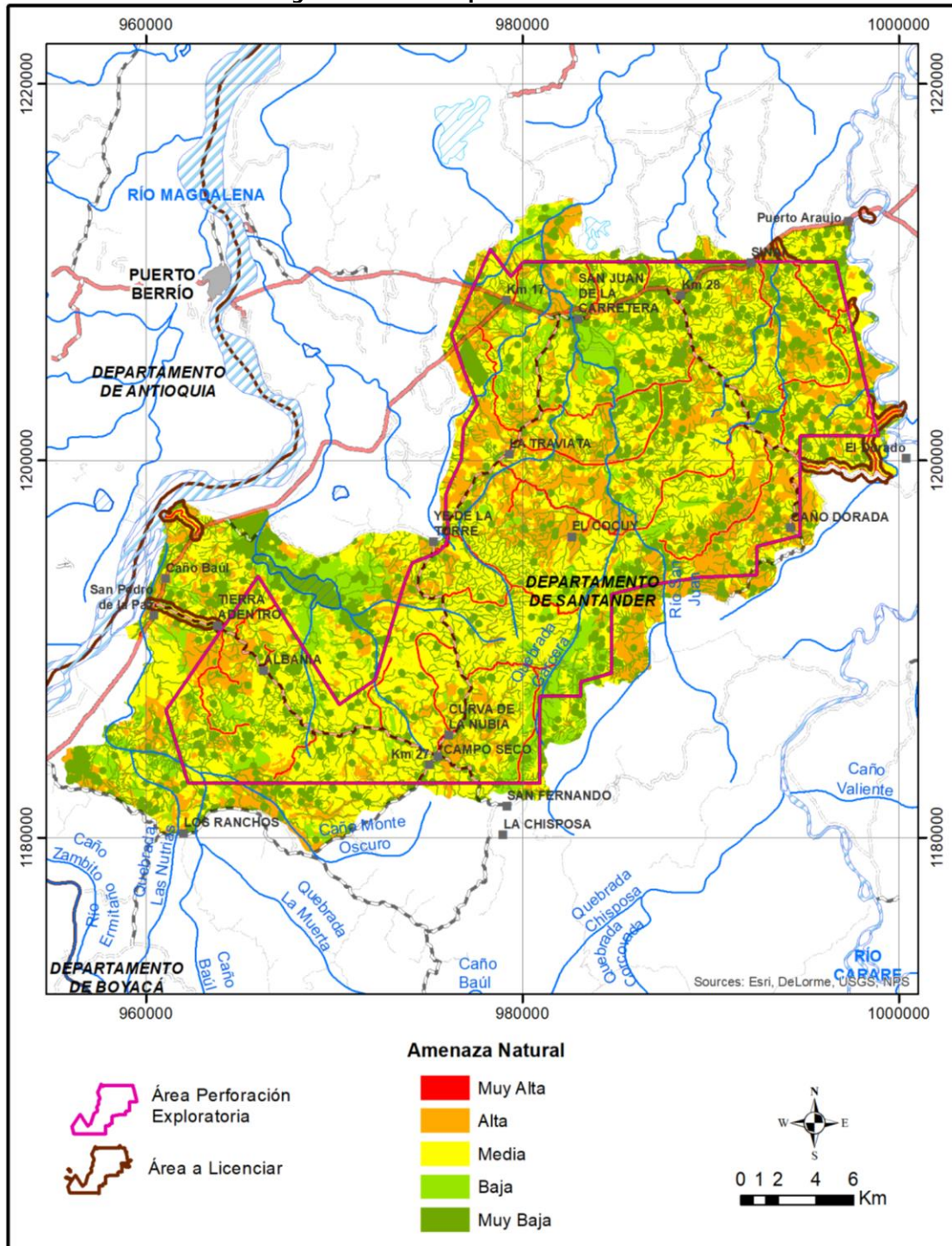
Tabla R-40 Amenazas Exógenas YNC

AMENAZA ENDÓGENA		
AMENAZAS	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS
SISMICIDAD INDUCIDA	Son movimientos geológicos antropogénicos (generados por el hombre) producidos en operaciones en donde se inyecten fluidos con tasas y presiones altas. Este tipo de amenaza se encuentra en fase estudios complementarios a los realizados, con el fin de obtener sustento sobre las magnitudes y sus rasgos en función de las características de la geología de las zonas donde se desarrollen actividades de fracking.	En sismos de 5 o menores, en la escala de Richter (generalmente en operaciones de fracking y disposición de agua mediante reinyección se reportan microsismos) se generan movimientos estructurales leves con baja probabilidad de lesiones a personas.

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

El cruce temático de las capas de amenaza natural (sísmica, cerámica, geotécnica y de incendio forestal) se muestra en la Figura R-40.

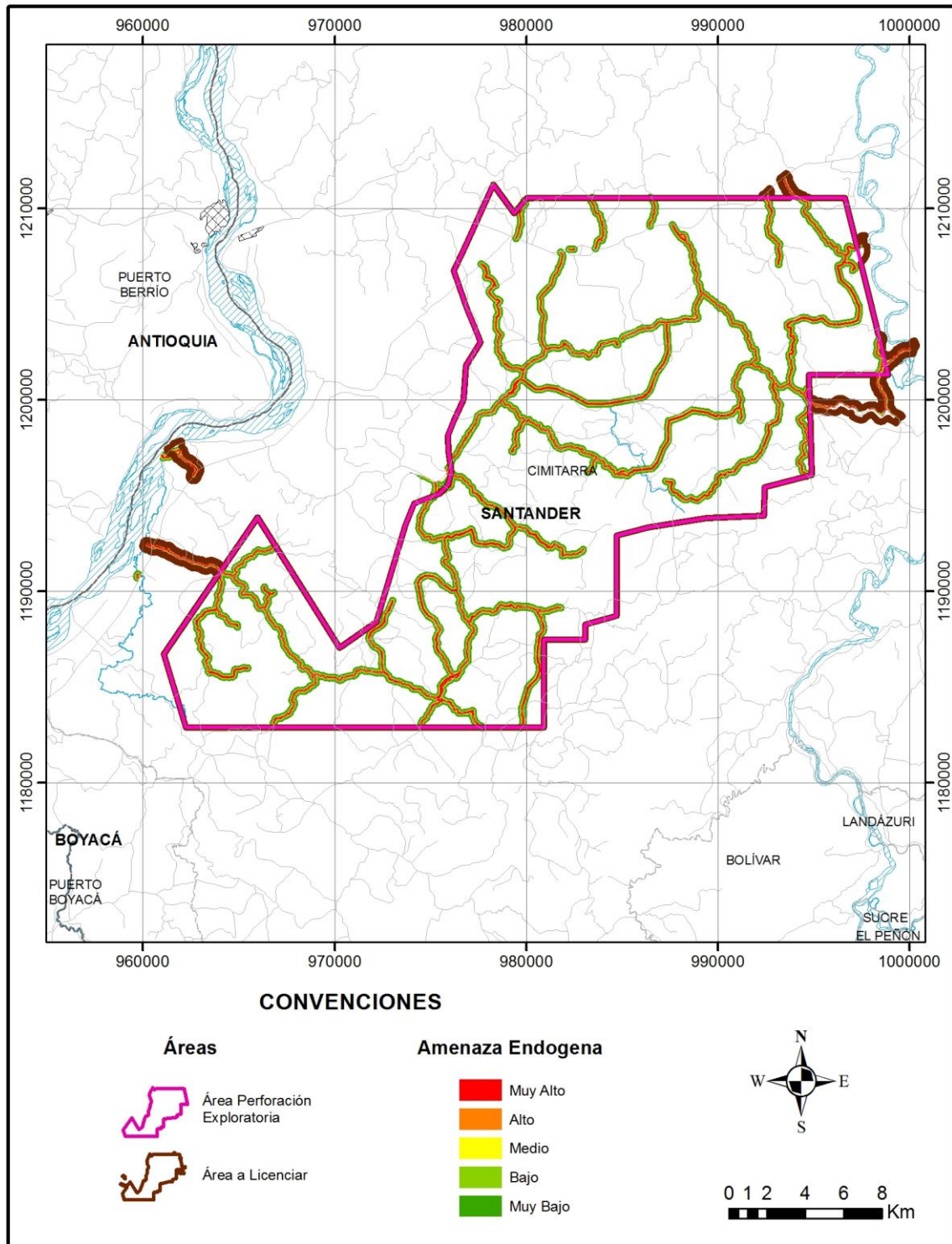
Figura R-40 Mapa de Amenaza Natural



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

Para la elaboración del mapa de amenaza endógena se tuvieron en cuenta las distancias de los corredores obtenidos de la modelación de incendio de crudo transportado en carrotaque, obteniendo lo presentado en la Figura R-41.

Figura R-41 Mapa de amenaza Endógena

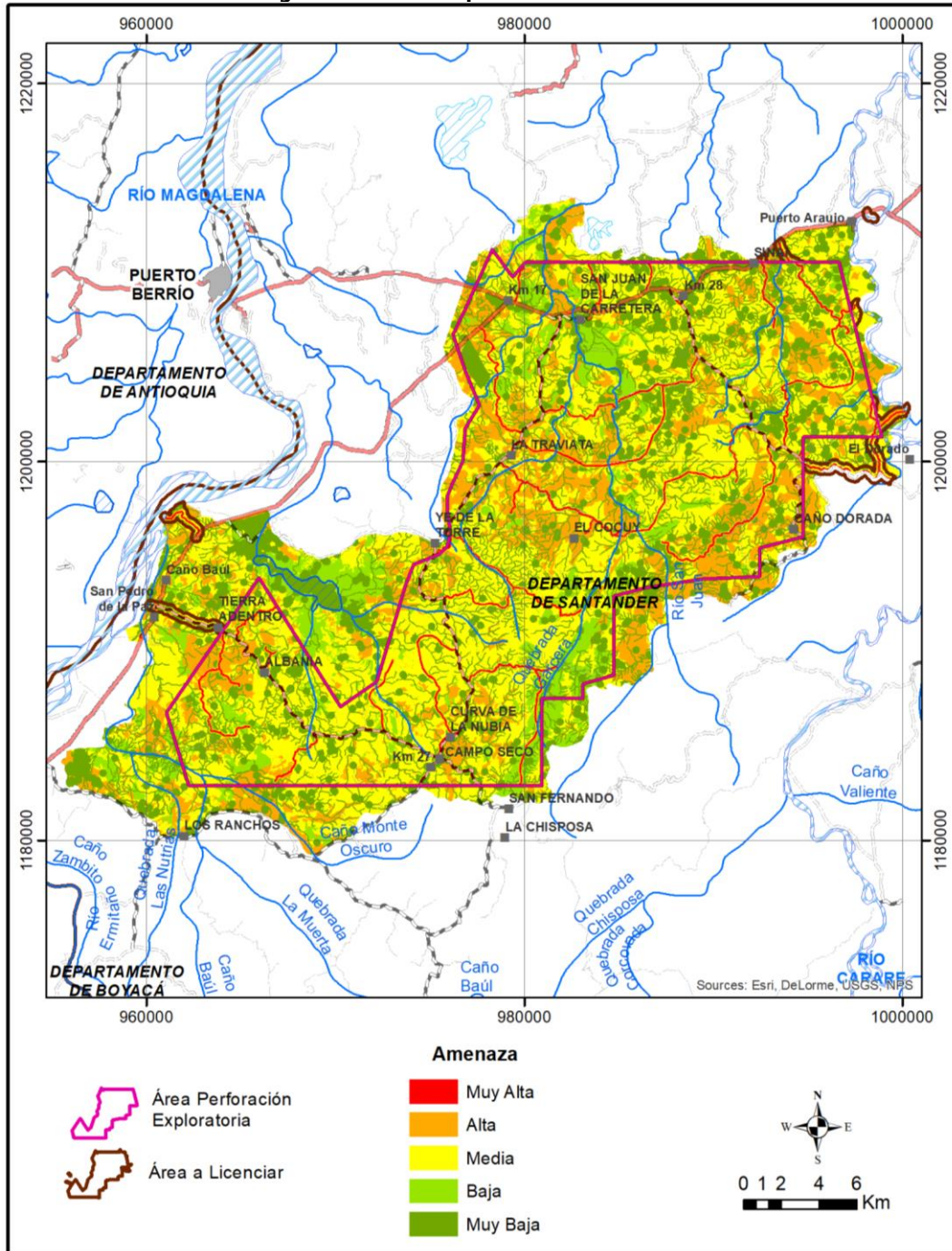


Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

12.1.3.1 Amenaza (Natural + Endógena)

El cruce de las capas de amenaza natural y amenaza endógena se muestra en la Figura R-42 como amenaza general.

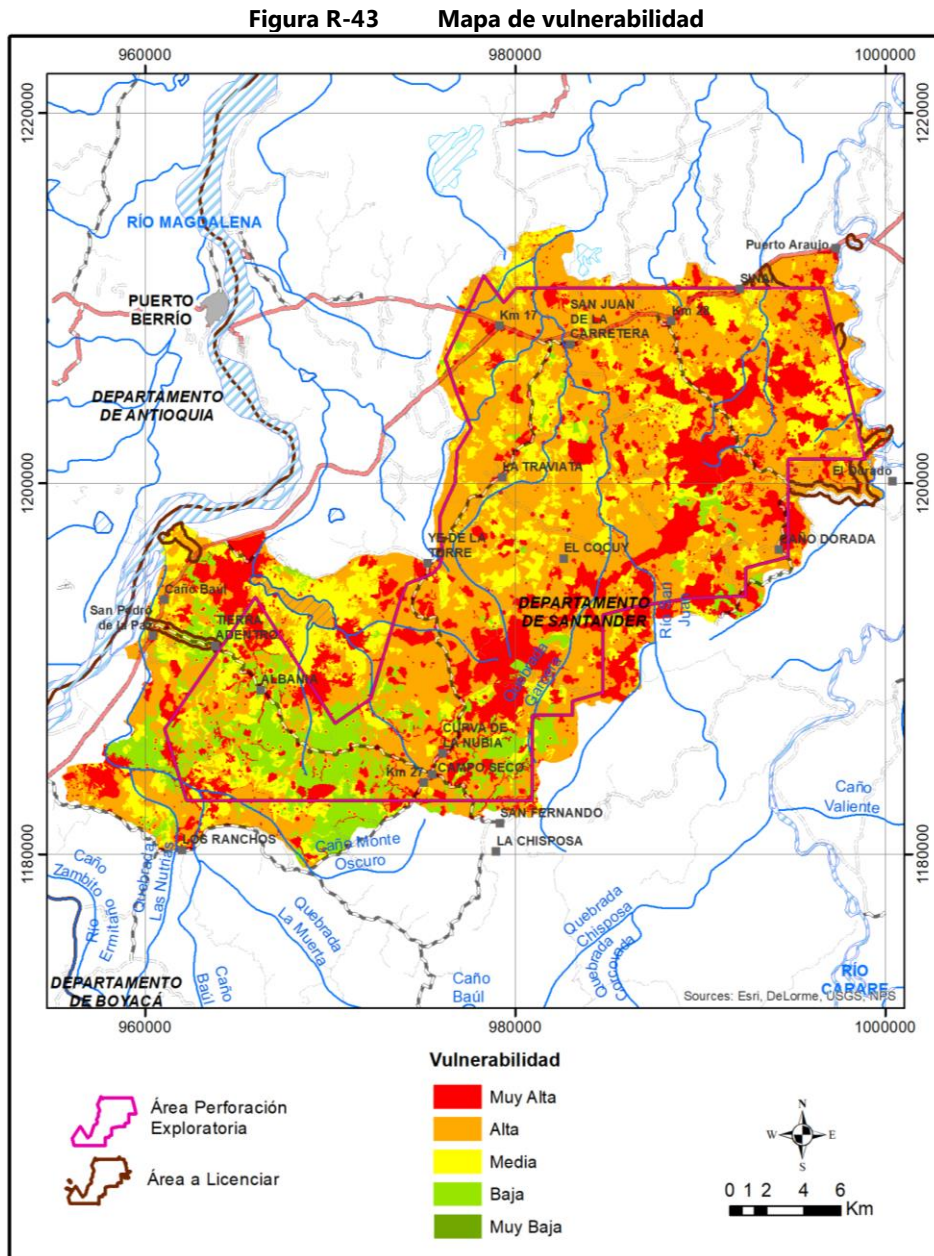
Figura R-42 Mapa de Amenaza General



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

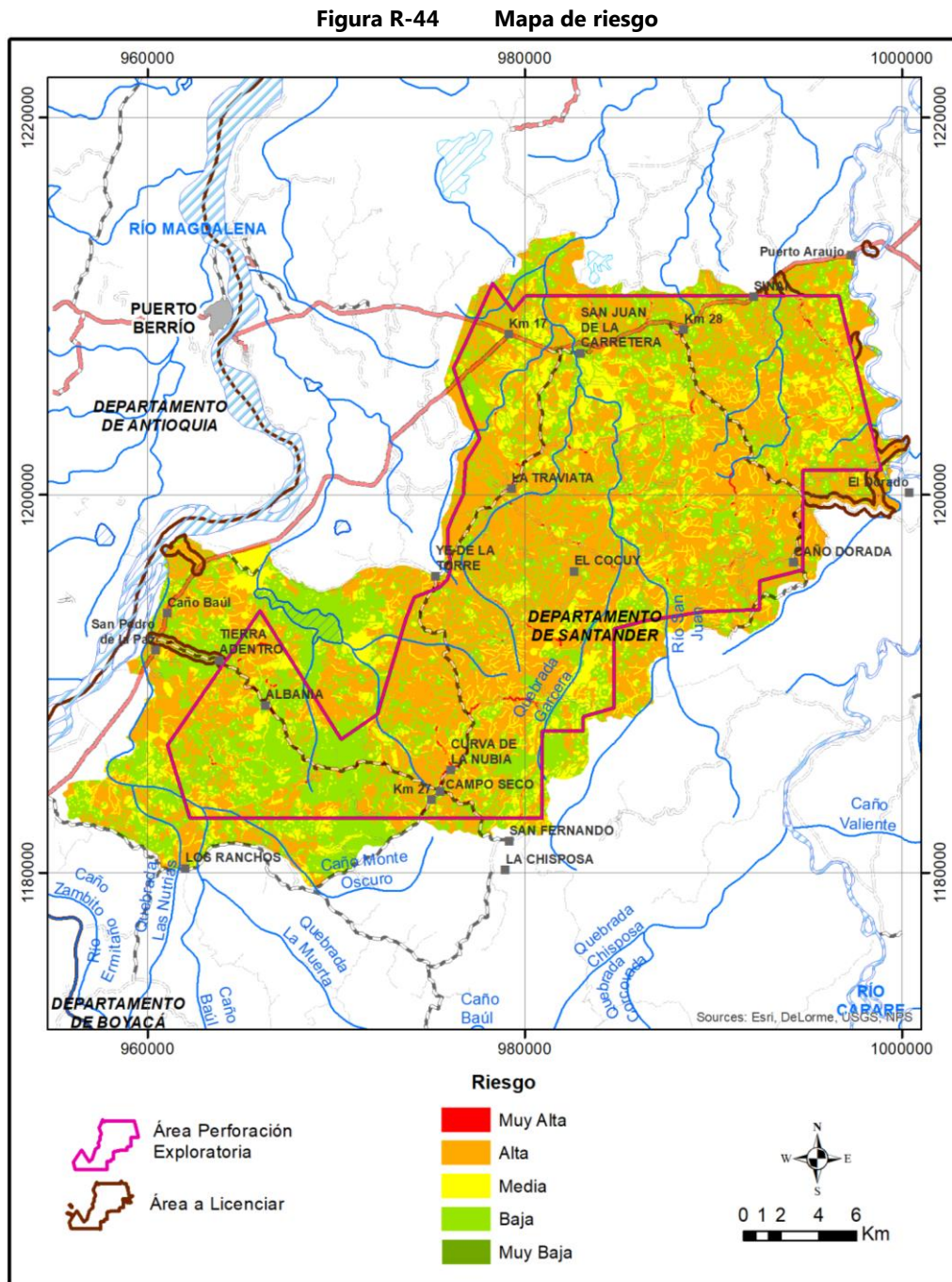
De otro lado, para el análisis de vulnerabilidad se tuvieron en cuenta los elementos vulnerables que se encuentran en el área del Proyecto, como los son las vías, construcciones, asentamientos, infraestructura social, pozos de agua, bosques (densos, de galería, ripario y fragmentado), pastos limpios, mosaico con cultivos, arbustal, pastos con espacios naturales, vegetación secundaria o en transición, herbazal y pastos enmalezados.

Teniendo en cuenta la ubicación espacial de dichos elementos dentro del área de influencia, se obtuvo el mapa de Vulnerabilidad que se muestra en la Figura R-43.



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

De esta forma, realizando el cruce de pesos de las capas de amenaza y vulnerabilidad se puede obtener una espacialización del riesgo dentro del área de influencia del APE VMM-9, la cual se muestra en la Figura R-44.



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

El mapa presenta los niveles de riesgo presentados en la Tabla R-41. Allí se observa el área que representa cada nivel de riesgo.

Tabla R-41 Niveles de Riesgo Generales en el AI del APE VMM-9

RIESGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	%
RIESGO MUY BAJO	Zonas no afectables por derrames o por eventos de incendio/explosión ocasionados por la actividad de transporte de crudo en carrotanque o propias de pozos de perforación exploratoria, unidades de cobertura bajas, de baja importancia ambiental tales como rastrojos y tierras eriales.	-	-
RIESGO BAJO	Zonas no afectables por derrames o por eventos de incendio/explosión ocasionados por la actividad de transporte de crudo en carrotanque o propias de pozos de perforación exploratoria, unidades de cobertura de mediana importancia ambiental tales como pastos manejados y naturales.	25.780	32,71
RIESGO MEDIO	Lugares afectables de manera indirecta por derrames de hidrocarburos o actividades propias de pozos de perforación exploratoria, zonas cubiertas por vegetación de mediana importancia, sin presencia de asentamientos humanos o viviendas, tales como bosques secundarios y viviendas ubicadas en zonas de influencia indirecta.	13.169	16,71
RIESGO ALTO	Lugares afectables de manera directa por derrame de hidrocarburos: cobertura de mediana importancia (bosques secundarios y cultivos de pancoger), concentración de población baja, en zonas vecinas a las posibles rutas de derrame, zonas afectables por eventos de incendio/explosión ubicadas en zonas adyacentes a la vía.	39.470	50,09
RIESGO MUY ALTO	Lugares afectables de manera directa por derrame de hidrocarburos: cobertura de alta importancia (bosques, cultivos extensos y cuerpos de agua), asentamientos humanos, viviendas, equipamiento social o pozos de agua profundos, zonas afectables directamente por eventos de incendio/explosión ubicadas sobre la vía principalmente.	383	0,49

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

12.1.3.2 Escenarios de Emergencia

La evaluación matricial de consecuencias analizadas, se presenta en la Tabla R-42 y Tabla R-43 en dos grupos:

- A. Escenarios establecidos para actividades desarrolladas tanto en yacimientos convencionales como no convencionales

Tabla R-42 Nivel de Consecuencias Escenarios generales

ACTIVIDAD	ESCENARIO	NÚMERO MATRICIAL DE CONSECUENCIAS				
		Afectación a personas	Daño ambiental	Pérdidas económicas	Impacto a la imagen	Pérdidas operacionales
Obras civiles y construcción (Vías, Locaciones)	ERS-1	5	5	5	5	2
	SIS-1	5	1	2	1	1
	INU-1	10	5	5	1	5
	CER-1	10	1	2	1	2
	ESG-1	5	2	5	2	5
	IFO-1	5	10	5	2	2

ACTIVIDAD	ESCENARIO	NÚMERO MATRICIAL DE CONSECUENCIAS				
		Afectación a personas	Daño ambiental	Pérdidas económicas	Impacto a la imagen	Pérdidas operacionales
Construcción de líneas de flujo	ERS-2	5	5	5	5	2
	INU-2	10	5	5	1	5
	CER-2	10	1	2	1	2
	ESG-2	10	2	5	2	5
	IFO-2	5	10	5	2	2
Transporte de agua en carrotanque	DER-1	2	2	2	5	1
	ATR-1	10	2	5	10	5
Transporte de fluidos peligrosos en carrotanque (Crudo, ácidos etc.)	INEX-1	10	5	10	10	5
	DER-2	2	5	5	5	5
	ATR-2	10	2	5	10	5
Transporte de agua en líneas de flujo	DER-3	2	1	2	2	2
Transporte de crudo en líneas de flujo	INEX-2	10	5	10	10	5
	DER-4	5	10	5	5	2
Almacenamiento de sustancias (aditivos)	IFO-3	5	10	5	5	5
	INEX-3	10	5	10	10	5
	DER-5	5	5	5	5	5
Perforación	CER-3	10	1	2	1	1
	INEX-4	10	5	10	10	10
	ESC-1	10	5	5	5	2
	BLW-1	20	5	20	20	10
Pruebas de producción	CER-4	10	1	2	1	2
	INEX5	10	5	10	10	5
	DER-7	5	10	5	5	2
	ESC-3	5	2	5	5	2
Tratamiento y disposición de residuos	INU-3	10	10	5	10	2
Desmantelamiento y Movilización de equipos	SIS-2	5	1	2	1	1
	CER-5	10	1	2	1	2
	ATR-5	10	2	5	10	5

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

- B. Escenarios establecidos para actividades desarrolladas específicamente para yacimientos no convencionales

Tabla R-43 Nivel de Consecuencias Escenarios YNC

ACTIVIDAD	ESCENARIO	NÚMERO MATRICIAL DE CONSECUENCIAS				
		AFECTACIÓN A PERSONAS	DAÑO AMBIENTAL	PÉRDIDAS ECONÓMICAS	IMPACTO A LA IMAGEN	PÉRDIDAS OPERACIONALES
Estimulación Hidráulica	ESC-2	5	2	5	5	5
	SIN-1	10	5	5	10	5
	DER-6	10	5	10	20	10
Inyección/Reinyección	SIN-2	10	5	5	10	5
	DER-8	10	5	10	20	5

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

El riesgo de una actividad es una función de la frecuencia de ocurrencia de un evento amenazante (en un escenario particular) y la probabilidad de sus consecuencias sobre unos elementos vulnerables. A continuación, se presenta el resultado de los análisis llevados a cabo para establecer los riesgos del Proyecto (ver Tabla R-44 y Tabla R-45):

Tabla R-44 Cálculo de riesgos para actividades llevadas a cabo en yacimientos convencionales

ACTIVIDAD	CÓDIGO	FRECUENCIA DE OCURRENCIA	AFECTACIÓN A PERSONAS			DAÑO AMBIENTAL			PÉRDIDAS ECONÓMICAS			DAÑO A LA IMAGEN			PÉRDIDAS OPERACIONALES		
			G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A
Obras civiles y construcción (Vías, Locaciones)	ERS-1	3	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO
	SIS-1	4	5	20	MEDIO	1	4	BAJO	2	8	MEDIO	1	4	BAJO	1	4	BAJO
	INU-1	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	1	2	BAJO	5	10	MEDIO
	CER-1	3	10	30	ALTO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO
	ESG-1	3	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO	5	15	MEDIO
	IFO-1	2	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	2	4	BAJO	2	4	BAJO
Construcción de líneas de flujo	ERS-2	3	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO
	INU-2	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	1	2	BAJO	5	10	MEDIO
	CER-2	3	10	30	ALTO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO
	ESG-2	3	10	30	ALTO	2	6	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO	5	15	MEDIO
	IFO-2	2	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	2	4	BAJO	2	4	BAJO
Transporte de agua en carrotanque	DER-1	2	2	4	BAJO	2	4	BAJO	2	4	BAJO	5	10	MEDIO	1	2	BAJO
	ATR-1	4	10	40	ALTO	2	8	MEDIO	5	20	MEDIO	10	40	ALTO	5	20	MEDIO
Transporte de fluidos peligrosos en carrotanque (Crudo, ácidos etc.)	INEX-1	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO
	DER-2	2	2	4	BAJO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO
	ATR-2	4	10	40	ALTO	2	8	MEDIO	5	20	MEDIO	10	40	ALTO	5	20	MEDIO
Transporte de agua en líneas de flujo	DER-3	2	2	4	BAJO	1	2	BAJO	2	4	BAJO	2	4	BAJO	2	4	BAJO
Transporte de crudo en líneas de flujo	INEX-2	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO
	DER-4	3	5	15	MEDIO	10	30	ALTO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO
Almacenamiento de sustancias (aditivos)	IFO-3	2	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO
	INEX-3	3	10	30	ALTO	5	15	MEDIO	10	30	ALTO	10	30	ALTO	5	15	MEDIO
	DER-5	3	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO
Perforación	CER-3	3	10	30	ALTO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO	1	3	BAJO	1	3	BAJO
	INEX-4	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	10	20	MEDIO	10	20	MEDIO
	ESC-1	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	2	4	BAJO
	BLW-1	2	20	40	ALTO	5	10	MEDIO	20	40	ALTO	20	40	ALTO	10	20	MEDIO

ACTIVIDAD	CÓDIGO	FRECUENCIA DE OCURRENCIA	AFECTACIÓN A PERSONAS			DAÑO AMBIENTAL			PÉRDIDAS ECONÓMICAS			DAÑO A LA IMAGEN			PÉRDIDAS OPERACIONALES		
			G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A
Pruebas de producción	CER-4	2	10	20	MEDIO	1	2	BAJO	2	4	BAJO	1	2	BAJO	2	4	BAJO
	INEX5	3	10	30	ALTO	5	15	MEDIO	10	30	ALTO	10	30	ALTO	5	15	MEDIO
	DER-7	4	5	20	MEDIO	10	40	ALTO	5	20	MEDIO	5	20	MEDIO	2	8	MEDIO
	ESC-3	3	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	2	6	MEDIO
Tratamiento y disposición de residuos	INU-3	2	10	20	MEDIO	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	2	4	BAJO
Desmantelamiento y Movilización de equipos	SIS-2	3	5	15	MEDIO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO	1	3	BAJO	1	3	BAJO
	CER-5	3	10	30	ALTO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO	1	3	BAJO	2	6	MEDIO
	ATR-5	4	10	40	ALTO	2	8	MEDIO	5	20	MEDIO	10	40	ALTO	5	20	MEDIO

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

Tabla R-45 Cálculo de riesgos para actividades llevadas a cabo específicamente en yacimientos no convencionales

ACTIVIDAD	CÓDIGO	FRECUENCIA DE OCURRENCIA	AFECTACIÓN A PERSONAS			DAÑO AMBIENTAL			PÉRDIDAS ECONÓMICAS			DAÑO A LA IMAGEN			PÉRDIDAS OPERACIONALES		
			G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A	G	R	A
Estimulación Hidráulica	ESC-2	2	5	10	MEDIO	2	4	BAJO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO	5	10	MEDIO
	SIN-1	3	10	30	ALTO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	10	30	ALTO	5	15	MEDIO
	DER-6	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	20	40	ALTO	10	20	MEDIO
Inyección/Reinyección	SIN-2	3	10	30	ALTO	5	15	MEDIO	5	15	MEDIO	10	30	ALTO	5	15	MEDIO
	DER-8	2	10	20	MEDIO	5	10	MEDIO	10	20	MEDIO	20	40	ALTO	5	10	MEDIO

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

12.2 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

El plan de abandono y restauración final tiene por objetivo realizar el desmantelamiento adecuado de la infraestructura instalada y la rehabilitación de las áreas intervenidas por el proyecto; las medidas establecidas en el plan serán adoptadas en el caso en que los pozos hayan resultado poco productivos, por lo cual se requiere su cierre y abandono o cuando el proyecto llegue al final de su etapa productiva. Con este Plan, se pretende el restablecimiento de las coberturas vegetales intervenidas, que, de acuerdo con el área del proyecto y la zonificación de manejo establecida, corresponderán principalmente a pastos limpios y patos enmalezados, y unas pocas áreas de mosaicos con espacios naturales. También se pretende mejorar la calidad del paisaje, procurando igualar o mejorar las condiciones iniciales del área de influencia del proyecto. Por lo tanto, se llevarán a cabo actividades de desmantelamiento de la infraestructura existente, limpieza de las áreas, obras para la estabilización de taludes y reconfiguración morfológica y la revegetalización con especies herbazales y forestales de rápido crecimiento, donde corresponda.

Las actividades por realizar para el abandono definitivo del área de perforación se describen a continuación:

- Las actividades de desmantelamiento y restauración final de las áreas intervenidas se realizarán de acuerdo con la normatividad que se encuentre vigente en el momento en que finalice el programa de perforación exploratoria y/o la producción de los pozos.
- El Plan de Abandono y restauración para el área de perforación exploratoria VMM-9 será socializado con el personal que labore en el proyecto, con el fin de generar conciencia sobre la importancia de no dejar pasivos ambientales y sociales.
- Se realizará el inventario de las instalaciones y la infraestructura a ser desmantelada o demolida según corresponda y se implementarán las medidas planteadas para tal fin.
- Las vías de acceso construidas para conectar las locaciones se mantendrán para uso de la población, siempre y cuando la comunidad o la autoridad competente así lo consideren, caso contrario se restaurará el área que ocupaba la vía. Las vías que se mantengan pasarán a ser responsabilidad de las autoridades locales y/o del propietario del predio.
- Para el abandono de las líneas de flujo, se inspeccionará el derecho de vía, evaluando el estado de la cobertura vegetal, la estabilidad geotécnica y el estado de los cruces en las corrientes de agua, con el fin de establecer si se requiere ejecutar obras para garantizar la estabilidad del terreno. Las tuberías serán limpiadas y drenadas y los residuos serán dispuestos de forma adecuada de acuerdo con el PMA (Ficha MAS-6 Manejo de residuos líquidos y MAS-8 Manejo de residuos sólidos y especiales); las tuberías se retirarán, así como los marcos H instalados y, en general, toda la infraestructura adecuada para su operación. La tubería enterrada podrá ser extraída, para lo cual se deberán hacer excavaciones, reconfigurando el terreno en los sitios que corresponda. No obstante, se propone que la tubería enterrada, una vez limpiada, drenada y tapada en sus extremos, se mantenga sepultada.
- El abandono de las piscinas de almacenamiento de agua fresca se llevará a cabo mediante el vaciado total de las mismas garantizando que queden libres de sustancias líquidas, el agua procedente de estas piscinas será dispuesta de acuerdo a los sistemas de vertimientos propuestos, tales como riego por aspersión, reinyección o entrega a terceros. Una vez vaciadas las piscinas se retirarán los geotextiles, se rellenará el área con material de ZODMES y se adelantarán actividades de revegetalización.

Se le informará oportunamente a las autoridades locales y a la población, la finalización del proyecto y las acciones descritas en el plan de abandono y restauración final; además se adelantará una revisión conjunta del cierre de compromisos y de las relaciones establecidas para el desarrollo de programas de inversión social. Más adelante se mencionan las estrategias de información a la comunidad.

12.3 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

12.3.1 Plan de inversión del 1%

De acuerdo con el Decreto 2099 del 22 de diciembre de 2016, existen tres alternativas de destinación de los recursos de la inversión de no menos del 1%: 1. Si se encuentra adoptado el plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca en acciones de protección, conservación y preservación, acciones de recuperación y acciones de vigilancia 2. En acciones complementarias en acciones de compra de predios o mejoras en áreas de interés estratégico y 3. En ausencia del plan de Ordenamiento se puede invertir en su formulación o adopción hasta el límite que fije el Ministerio de Medio Ambiente y el restante valor en las acciones del numeral 1.

Con el objeto de verificar si la línea general de inversión en la formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Carare no es viable teniendo en cuenta que se confirmó que dicho plan ya se encuentra en formulación desde el 2015 y su financiación se encuentra asegurada. Esto conlleva a descartar esta línea general de inversión.

De acuerdo con lo anterior las líneas señaladas en el Decreto como 1 y 2 son las aplicables para este caso.

12.3.1.1 Línea General de Inversión 1. Adquisición de predios y o mejoras en áreas o ecosistemas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales

Con base en consulta realizada en reunión con funcionarios de la CAS se identificó como línea general de inversión viable la adquisición de predios.

A continuación, se describen las actividades a ejecutar para la adquisición de predios:

12.3.1.1.1 Definición de predios

En conjunto con la Corporación Regional de Santander, se identificarán predios al interior del área de influencia del proyecto, que de acuerdo con su sensibilidad, vulnerabilidad e importancia hídrica y ambiental deban conservarse, adicionalmente se adelantará una evaluación a nivel biofísico que indique el estado del ecosistema y el uso actual del suelo en los predios.

Una vez definidos los predios se realizará el levantamiento topográfico de estas áreas con el fin de tener una ubicación exacta de aquellos que serán objeto de compra.

12.3.1.1.2 Acercamiento con autoridades ambientales y propietarios

Se realizarán las actas de acuerdos y compromisos con la autoridad ambiental, que garantice la no enajenación de los bienes adquiridos o su invasión por terceros y su destinación exclusiva a la recuperación y preservación.

12.3.1.1.3 Avalúo y estudio de títulos

Se llevará a cabo el avalúo para determinar el valor real de los predios a adquirir, esta actividad estará a cargo del IGAC o de un evaluador autorizado y una vez evaluado el predio se realizará el estudio de las matriculas inmobiliarias o títulos que acrediten las mejoras.

12.3.1.1.4 Negociación y legalización

Se concertará con los dueños el costo del predio a adquirir teniendo en cuenta el avalúo realizado previamente y se adelantarán los trámites legales para la compra de los predios seleccionados que serán titulados de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 2099 de 2016.

12.3.1.1.5 Aislamiento y señalización

Los terrenos comprados serán cercados debidamente con el fin de aislar y evitar o minimizar la intervención de personas o animales que puedan afectar los procesos de restauración y sucesión natural de la cobertura vegetal.

12.3.1.1.6 Cronograma de ejecución

Las actividades propuestas se llevarán a cabo en un periodo estimado de cuatro años, tiempo que comprende desde la selección y adquisición de predios.

12.3.1.2 Línea de Inversión General 2. Acciones de protección, conservación y preservación de la cobertura vegetal

El proceso de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación se llevará a cabo en las zonas para la conectividad ya que correspondan con áreas de interés estratégico para la conservación de los recursos naturales. Los procesos de restauración ecológica se llevarán a cabo en las zonas de servidumbre ecológica que se definan para compensación de biodiversidad.

A continuación, se describen las actividades para llevar a cabo la revegetalización y el aislamiento de áreas para facilitar la sucesión vegetal:

12.3.1.2.1 Elaboración del plan de restauración

En el plan de revegetalización se presentan las áreas a reforestar, con su respectiva cartografía, además se incluyen las especies a utilizar, la densidad y el sistema de siembra y las actividades de preparación del terreno, establecimiento y mantenimiento (3 años) de la plantación forestal protectora. Asimismo, se describen las actividades de aislamiento y señalización de la plantación, para

evitar el ingreso de animales y personas que puedan afectar el cultivo y los procesos de regeneración natural. La restauración pasiva también se considerará como alternativa. Podrá combinarse con la línea general 1 o mediante los mecanismos de implementación dispuestos por el Decreto 2099 de 2016.

12.3.1.2.2 Elaboración de informes de avance

Durante los tres años que se llevará a cabo el mantenimiento de la plantación protectora de llegar a aplicar, se presentarán informes periódicos a la autoridad ambiental, en el que se incluyen indicadores sobre la mortalidad de individuos, el estado fitosanitario de la plantación y demás actividades que se ejecuten en este tiempo.

12.3.1.2.3 Acta de entrega

La entrega de las áreas a la Corporación Autónoma Regional correspondiente se llevará a cabo formalmente dos años después de que se inicien procesos de restauración ecológica, esta actividad estará soportada mediante un acta de entrega, que será posteriormente suministrada a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales como evidencia del cumplimiento del plan de inversión del 1%.

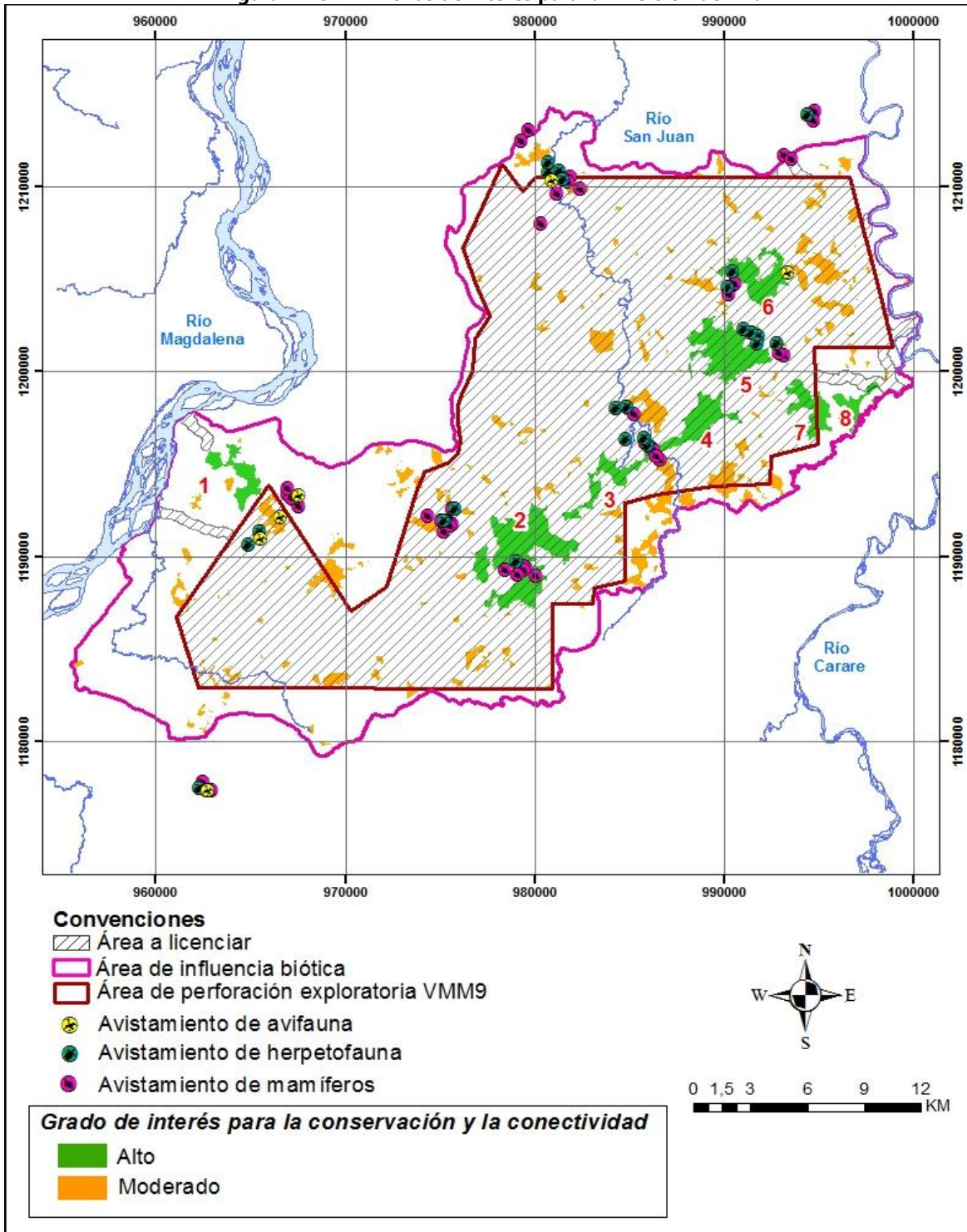
12.3.1.2.4 Cronograma de ejecución

Las actividades para establecer procesos de restauración se llevarán a cabo por tres años. En las actividades de mantenimiento se contempla control de incendios, mantenimiento de cercas y actividades como fertilización y control de plagas dependerán de la densidad de siembra que se presente en el plan de restauración ecológica.

En coherencia con la definición de zonas para la aplicación del plan de compensación de pérdida de la biodiversidad, la inversión del 1% se hará en zonas que sean ecológicamente equivalente y/o Áreas prioritarias para la conservación que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto o en su defecto dentro de la cuenca hidrográfica donde se encuentra el APE⁹, esto apoyado con el resultado de la caracterización del área de influencia y específicamente del análisis de fragmentación y conectividad donde se identificaron zonas de interés para la conectividad priorizando hábitats para fauna en algún grado de amenaza (Figura R-45); se identificaron bosques naturales (en color verde) que por tamaño (>300 ha una vez se resta el efecto de borde de 50 metros) y presencia de fauna de importancia ecológica (mono choibo, nutria, etc.) se consideran de interés para iniciativas que promuevan su conservación y conectividad.

⁹ Sáenz, S., Walschburger, T., León, J. y González, J. 2010. Manual para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Convenio de Asociación No. 09 de 2008. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional. Colombia. 45 p.

Figura R-45 Zonas de interés para la inversión del 1%



Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

12.4 PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

El Plan de Compensación por Pérdida de biodiversidad responde a un proceso de evaluación ambiental y de identificación de impactos no recuperables o irrecuperables. Principalmente las actividades que requieran descapoten y modificación de cobertura vegetal especialmente en la etapa constructiva son las que generan impactos irrecuperables (construcción de plataformas, ZODMES, líneas de transmisión, líneas de flujo, vías, etc.). Para lo cual, se desarrollaron las siguientes acciones:

- Ubicando los biomas y las coberturas se obtuvo el listado de ecosistemas que se encuentran presentes en el APE y que se muestran en la Tabla R-46, allí también se listan los valores de compensación definidos para estos ecosistemas naturales y se calcula que para la vegetación secundaria se toma la mitad del factor asignado al bioma donde se ubica la cobertura.

Tabla R-46 Ecosistemas y factores de compensación

ECOSISTEMA		FACTOR DE COMPENSACIÓN	ESTADO	REPRESENTATIVIDAD	RAREZA	POTENCIAL DE PERDIDA	REMANENCIA	ECOSISTEMAS CON RÉGIMEN DE MANEJO
Helobiomas del Magdalena y Caribe	Bosque denso alto	7,25	Natural	2,5	1,75	2	1	NO
	Bosque fragmentado	7,25						
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	7,25						
	Vegetación secundaria alta	3,625	Intervenido	1,25	0,875	1	0,5	NO
	Vegetación secundaria baja	3,625						
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	Bosque denso alto	8,5	Natural	3	1,5	2	2	NO
	Bosque fragmentado	8,5						
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	8,5						
	Vegetación secundaria alta	4,25	Intervenido	1,5	0,75	1	1	NO
	Vegetación secundaria baja	4,25						

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

- Calcular el área a afectar para cada uno de los anteriores ecosistemas, e identificar su rareza, representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), remanencia y potencial de pérdida en el contexto nacional, establecidos en el listado nacional de factores de compensación. En la Tabla R-47 se muestran los valores de rareza, remanencia, potencial de pérdida y representatividad en el SINAP para los ecosistemas naturales identificados en el APE VMM-9. Para el cálculo del área a afectar se toman los valores de áreas reportados en el aprovechamiento forestal (numeral 5.5) para las diferentes obras civiles que se proyecta ejecutar, los valores se muestran en la Tabla R-47 donde se evidencia que las plataformas multipozo, las facilidades de producción y los ZODMES no afectan ecosistemas boscosos, mientras que las obras lineales si plantean la intervención de ecosistemas de bosque denso y bosque fragmentado todo ello dentro del Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, ya que los Helobiomas del Magdalena y Caribe son biomas asociados a las planicies de inundación de los cuerpos de agua presentes en la zona (río Magdalena, río San Juan, río Carare y ciénaga Cachimbero) áreas que por Zonificación

Ambiental y de Manejo fueron definidas como áreas de exclusión. La vegetación secundaria es la cobertura que más área a intervenir reporta con 88,82 ha seguido del bosque denso con 81,64 hectárea.

Tabla R-47 Área de intervención por cobertura

OBRAS CIVILES	VEGETACIÓN SECUNDARIA	BOSQUE DENSO	BOSQUE FRAGMENTADO
Plataformas multipozo	7		
Facilidades de producción	0,5		
ZODMES	2		
Vías	6,39	8,71	3,46
Líneas de flujo	39,78	39,78	19,89
Líneas de transmisión	33,15	33,15	16,575
TOTAL	88,82	81,64	39,925

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

- Multiplicar el área a afectar calculada de cada ecosistema natural y semi-natural, por el factor de compensación correspondiente para obtener el área total a compensar y presentar una tabla resumen donde se identifique: ecosistema a afectar, área de afectación, infraestructura que afecta el ecosistema, factor de compensación para ese ecosistema y el área total a compensar. En la Tabla R-48 se muestran los cálculos de área a intervenir, factor de compensación y la infraestructura proyectada que puede afectar los ecosistemas. Siendo el Bosque denso-Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe el que mayor área de compensación registra con 693,94 ha seguido de la Vegetación secundaria-Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe con 377,49 ha para un total aproximado de 1410,79 ha a compensar.

Tabla R-48 Área de intervención y a compensar por ecosistema

ECOSISTEMA		VEGETACIÓN SECUNDARIA-ZONOBIOOMA HÚMEDO TROPICAL DEL MAGDALENA Y CARIBE			BOSQUE DENSO-ZONOBIOOMA HÚMEDO TROPICAL DEL MAGDALENA Y CARIBE			BOSQUE FRAGMENTADO-ZONOBIOOMA HÚMEDO TROPICAL DEL MAGDALENA Y CARIBE		
		Área (ha) a intervenir	Factor de compensación	Área (ha) a compensar	Área (ha) a intervenir	Factor de compensación	Área (ha) a compensar	Área (ha) a intervenir	Factor de compensación	Área (ha) a compensar
OBRAS CIVILES	Plataformas multipozo	7,00	4,25	29,75						
	Facilidades de producción	0,50	4,25	2,13						
	ZODMES	2,00	4,25	8,50						
	Vías	6,39	4,25	27,16	8,71	8,50	74,04	3,46	8,50	29,41
	Líneas de flujo	39,78	4,25	169,07	39,78	8,50	338,13	19,89	8,50	169,07
	Líneas de transmisión	33,15	4,25	140,89	33,15	8,50	281,78	16,58	8,50	140,89
TOTAL		Vegetación secundaria		377,49	Bosque denso		693,94	Bosque fragmentado		339,36
TOTAL GENERAL								1410,79 Ha		

Fuente: Geotec Ingeniería Ltda., 2016.

La compensación se llevará a cabo en zonas que sean ecológicamente equivalente y/o Áreas prioritarias para la conservación que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto o en su defecto dentro de la cuenca hidrográfica donde se encuentra el APE. Las áreas planteadas, corresponden a las que se presentaron para el Plan de Inversión del 1%.

De acuerdo con Tremarctos, las medidas de compensación ambiental para impactos no mitigables se fundamentan en la necesidad de compensar basados en el Factor de Compensación por pérdida de Biodiversidad del MADS y otras como: (a) evitar y mitigar fragmentación de hábitat, (b) evitar el atropellamiento de la fauna, (c) incrementar la recolonización e intercambio genético y recuperación de estructura poblacional de especies amenazadas, migratorias y endémicas, y (d) conservar y recuperar la conectividad en el paisaje y procesos los ecológicos.

Teniendo en cuenta que el factor social es determinante en la conservación o degradación de los ecosistemas presentes en la zona se plantean acuerdos de conservación y servidumbres ecológicas, alternativas que permiten concertar con la comunidad acciones conjuntas de protección. Dentro de un área igual o superior al valor resultante de área a compensar (1410,79 ha) se deberán aplicar las siguientes figuras de compensación:

“Acuerdos de conservación: son figuras que buscan la conservación de áreas naturales al mismo tiempo que fomentan la implementación de buenas prácticas productivas, la restauración y el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos, con el objetivo de mantener la biodiversidad de un lugar. Es una herramienta de negociación entre dos o más actores alrededor del ordenamiento de actividades relacionadas con la producción, la conservación, la restauración y el manejo sostenible de los recursos existentes en una finca o predio privado y responden a cumplir las necesidades de conservación en una escala mayor o de paisaje.

El mecanismo para establecer los acuerdos de conservación es el contrato civil, el cual, incluye limitaciones de uso orientadas a la conservación y manejo de algún recurso, así como sanciones y otros aspectos. La temporalidad del acuerdo en ningún caso será inferior a la vida útil del proyecto, obra o actividad”¹⁰

Para el establecimiento de acuerdos de conservación PAREX debe:

- Generar los acuerdos de conservación y cubrir los pagos equivalentes al costo de oportunidad por un periodo al menos igual a la vida útil del proyecto, como un incentivo económico por conservación que el ejecutor del proyecto, obra o actividad reconoce a los propietarios, poseedores regulares o tenedores de los predios donde se encuentran las áreas equivalentes, para que sus decisiones de uso del suelo permitan la preservación, restauración y/o uso sostenible.
- Ejecutar el plan de seguimiento y monitoreo de los acuerdos por un periodo equivalente a la vida útil del proyecto.

¹⁰ Sáenz, S., Walschburger, T., León, J. y González, J. 2010. Manual para asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Convenio de Asociación No. 09 de 2008. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Conservación Internacional. Colombia. 45 p.

Estas áreas serán de referenciar ser usada para acordar con dueños de predios la conservación de las coberturas boscosas ya existentes evitando así que aumente el proceso de cambio de uso del suelo y la fragmentación de hábitats.

“Servidumbres ecológicas: es el gravamen o limitación de uso que un particular de manera voluntaria impone sobre una parte o totalidad de su predio en beneficio del predio impactado por el proyecto, obra o actividad, con el fin de contribuir a la preservación, restauración, y manejo sostenible de la biodiversidad”.

Para el establecimiento de las servidumbres ecológicas PAREX debe:

- Generar el contrato civil en el que se imponen las cláusulas en el caso de un incumplimiento y los objetos de conservación amparados por el contrato y, cubrir los pagos equivalentes al costo de oportunidad por un periodo al menos igual a la vida útil del proyecto, como un incentivo económico por conservación que el ejecutor del proyecto, obra o actividad reconoce a los propietarios de los predios donde se encuentran las áreas equivalentes, para que sus decisiones de uso del suelo permitan la protección, restauración y uso sostenible de la biodiversidad.
- Ejecutar el plan de seguimiento y monitoreo de la servidumbre por un periodo equivalente a la vida útil del proyecto.
- El contrato civil se elevará a la firma de la escritura pública e inscripción ante la oficina de instrumentos públicos.

Estas áreas enmarcarán los procesos de restauración ecológica que se recomiendan para generar conectividad en los bosques existentes dentro del área, promoviendo inicialmente la no intervención de estas zonas por parte del proyecto o de las actividades económicas ya presentes en la región.

Según el nivel de intervención se deben llevar a cabo procesos de restauración ecológica, rehabilitación o recuperación, los cuales garantizarán estructura, composición y función de especies similares a las del ecosistema impactado. La restauración se debe orientar a incrementar el tamaño y conectividad de las zonas boscosas definidas como prioritarias para conservación, así:

- a) Desarrollar los procesos de restauración ecológica, rehabilitación o recuperación en las áreas priorizadas por el plan nacional de restauración, que podrán incluir herramientas de manejo del paisaje (silvopastoriles, agroforestales, silviculturales, entre otros) en áreas transformadas o en proceso de transformación, desertificación, salinización y/o acidificación.
- b) Realizar el mantenimiento y monitoreo por un periodo no inferior al de duración de vida útil del proyecto.

De otro lado, las estrategias propuestas en el presente capítulo podrán estar sujetas a actualización de acuerdo a lo siguiente:

- Cambios en las áreas de afectación del proyecto.
- Cambios en la evaluación a través de la implementación de medidas que evidencien la no persistencia y reversibilidad de los impactos declarados.
- Modificación del manual de compensación por pérdida de biodiversidad.
- Concertación con la CAS sobre aportes desde el proyecto a las acciones planteadas en el POMCA del río Carare Negro que a la fecha se encuentra en elaboración.