

---

## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 Objetivo general .....	6
1.1.2 Objetivos específicos.....	6
<b>2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Línea de flujo .....	6
2.1.2 Vías de acceso al proyecto .....	6
2.1.3 Estrategias de desarrollo.....	9
2.1.3.1 Estrategias y actividades.....	11
<b>3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 ÁREA DE INFLUENCIA.....</b>	<b>12</b>
3.1.1 Área de influencia definitiva de la modificación.....	12
3.1.1.1 Tramo 1 – 2. ....	13
3.1.1.2 Tramo 2- 3 .....	14
3.1.1.3 Tramo 3 – 4 .....	15
3.1.1.4 Tramo 4 - 1 .....	16
3.1.2 Área de influencia definitiva del medio socioeconómico .....	17
<b>3.2 MEDIO ABIÓTICO .....</b>	<b>20</b>
3.2.1 Geología .....	20
3.2.1.1 Geología Regional.....	20
3.2.1.2 Geología del área donde se enmarca el proyecto .....	22
3.2.1.2.1 Estratigrafía Local.....	23
3.2.1.3 Amenazas naturales.....	24
3.2.1.3.1 Amenaza por actividad sísmica .....	25
3.2.1.3.2 Amenaza por inundación.....	25
3.2.1.3.3 Susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa.....	25
3.2.1.3.4 Amenaza por incendios forestales .....	26
3.2.2 Geomorfología .....	26
3.2.3 Suelos.....	26

---

3.2.3.1	Uso Actual .....	28
3.2.3.2	Uso Potencial.....	29
3.2.3.3	Conflictos de Uso .....	29
3.2.4	Hidrología .....	30
3.2.4.1	Principales drenajes a nivel regional .....	30
3.2.4.2	Área de influencia.....	30
3.2.4.3	Morfometría de unidades hidrográficas de análisis.....	31
3.2.4.4	Régimen hidrológico y caudales característicos de principales drenajes.....	31
3.2.4.4.1	Caudal ambiental.....	31
3.2.4.4.2	Estimación oferta hídrica disponible.....	32
3.2.4.5	Balance hídrico de largo plazo .....	32
3.2.4.5.1	Recarga de acuíferos. ....	33
3.2.5	Calidad de agua .....	33
3.2.5.1	Monitoreo y caracterización.....	33
3.2.5.2	Conclusiones .....	34
3.2.6	Usos del agua.....	38
3.2.7	Hidrogeología .....	39
3.2.7.1	Síntesis geológica .....	39
3.2.7.2	Inventario de puntos de agua subterránea.....	39
3.2.7.3	Unidades hidrogeológicas .....	39
3.2.7.4	Direcciones de flujo del agua subterránea.....	40
3.2.7.5	Zonas de recarga y descarga.....	40
3.2.7.6	Calidad del agua subterránea y caracterización hidrogeoquímica .....	41
3.2.7.7	Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación .....	42
3.2.7.7.1	Zonificación de la vulnerabilidad de los acuíferos .....	42
3.2.7.8	Modelo hidrogeológico conceptual.....	43
3.2.8	Geotecnia .....	44
3.2.9	Atmósfera .....	45
3.2.9.1	Precipitación .....	45
3.2.9.2	Temperatura .....	46
3.2.9.2.1	Humedad relativa.....	46
<b>3.3</b>	<b>MEDIO BIÓTICO .....</b>	<b>47</b>

3.3.1	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas .....	47
3.3.2	Ecosistemas terrestres .....	48
3.3.2.1	Flora 48	
3.3.2.1.1	Zona de vida .....	49
3.3.2.1.2	Gran Bioma: Zonobioma húmedo tropical .....	49
3.3.2.1.3	Coberturas vegetales y uso actual del suelo .....	50
3.3.3	Ecosistemas acuáticos .....	50
3.2.1.1	Calidad de agua .....	51
3.2.1.1.1	Correlación de los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos .....	52
3.2.1.2	Composición .....	52
3.2.1.3	Conclusiones .....	52
<b>3.4</b>	<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO .....</b>	<b>53</b>
3.4.1	Lineamiento de participación .....	53
3.4.1.1	Metodología de lineamientos de participación .....	54
3.4.1.2	Caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto .....	54
3.4.1.3	Aspectos Sociales .....	55
3.4.2	Dimensión demográfica .....	56
3.4.3	Dimensión espacial .....	60
3.4.4	Dimensión económica .....	61
3.4.5	Dimensión cultural .....	64
3.4.6	Dimensión político – organizativa .....	66
3.4.7	Población por reasentar .....	66
<b>3.5</b>	<b>PAISAJE .....</b>	<b>66</b>
<b>3.6</b>	<b>ZONIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>67</b>
<b>4</b>	<b>DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES</b>	<b>67</b>
<b>4.1</b>	<b>AGUAS SUPERFICIALES .....</b>	<b>68</b>
<b>5</b>	<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>70</b>
5.1.1	Definición de impactos ambientales .....	70
<b>6</b>	<b>ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL .....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....</b>	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO .....</b>	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO .....</b>	<b>84</b>

<b>10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL .....</b>	<b>84</b>
<b>11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1% .....</b>	<b>84</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Contenido del EIA para la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución 0617 de 1994) .....	3
Tabla 1-2	Estrategia y actividades por solicitar en la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994) .....	7
Tabla 1-3	Estrategias y actividades autorizadas en la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994)– requeridas para la ejecución de la presente modificación .....	8
Tabla 2-1	Georreferenciación de la Locación Cusiana R.....	3
Tabla 2-2	Georreferenciación del pozo Cusiana R-11 .....	3
Tabla 2-3	Características principales de la línea.....	4
Tabla 2-4	Vías a utilizar en las actividades asociadas a la presente Modificación .....	8
Tabla 2-5	Estrategias y actividades asociadas que permiten el desarrollo de la presente modificación.....	10
Tabla 2-6	Estrategias y actividades consignadas en la presente modificación .....	11
Tabla 2-7	Duración estimada para la ejecución de las actividades asociadas al desarrollo de la presente modificación.....	11
Tabla 3-1	Identificación de los tramos para la definición del área de influencia final ...	12
Tabla 3-2	Unidades territoriales que se superponen con el área de influencia preliminar .....	17
Tabla 3-3	Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia donde se enmarca el proyecto.....	23
<b>Tabla 3-4</b>	<b>Descripción de la susceptibilidad a la inundación del Área de Influencia del Proyecto .....</b>	<b>25</b>
Tabla 3-5	Leyenda de suelos del área de influencia de la modificación del Pozo Cusiana R-11.....	27
Tabla 3-6	Puntos de muestreo de suelos en la modificación del Pozo Cusiana R-11..	27
Tabla 3-7	Verificaciones suelos del Pozo Cusiana R-11 .....	27
Tabla 3-8	Uso actual del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.....	29
Tabla 3-9	Uso potencial del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.....	29
Tabla 3-10	Conflictos de Uso del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.....	29
Tabla 3-11	Parámetros morfométricos para el Río Cusiana y el Río Upanema .....	31
Tabla 3-12	Valores mínimos ,medios y máximos obtenidos para el área de influencia.	31
Tabla 3-13	Caudal por calidad de agua para el área de influencia sobre el rio Upanema. ....	32

Tabla 3-14	Oferta Hídrica Disponible anual sobre el río Upanema.....	32
Tabla 3-15	Balance hídrico del área de influencia. ....	32
Tabla 3-16	Recarga de acuíferos .....	33
Tabla 3-17	Puntos de monitoreo de agua superficial en el área de estudio del proyecto .....	34
Tabla 3-18	Resumen de las características de los puntos de agua subterránea .....	39
Tabla 3-19	Unidades hidrogeológicas en el Área de Influencia del Proyecto y alrededores .....	40
Tabla 3-20	Grados de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación en el Área de Influencia del Proyecto .....	42
Tabla 3-21	Estaciones meteorológicas empleadas para la caracterización del área de influencia. ....	45
Tabla 3-22	Valores máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de precipitación (mm) .....	45
Tabla 3-23	Valores medios, mínimos y máximos medios mensuales multianuales de temperatura (°C).....	46
Tabla 3-24	Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa (%) .....	46
Tabla 3-25	Zonas de vida del área de influencia.....	49
Tabla 3-26	Coberturas de la tierra en el área de influencia .....	51
Tabla 3-27	Área de Influencia Socioeconómica .....	55
<b>Tabla 3-28</b>	<b>Distribución población étnica municipio de Aguazul.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 3-29</b>	<b>Número de personas desplazadas y recibidas en el municipio de Aguazul.....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3-30</b>	<b>Unidades territoriales objeto de caracterización – Área de Influencia Socioeconómica .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3-31</b>	<b>Tendencias demográficas según información ficha veredal .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3-32</b>	<b>Total poblacional según ficha veredal y Sisbén enero 2021 .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3-33</b>	<b>Hogares y promedio de personas por hogar unidades territoriales menores.....</b>	<b>60</b>
Tabla 4-1	Puntos de captación superficiales.....	69
Tabla 5-1	Homologación de impactos ambientales para la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Res. 0617/1994).....	72
Tabla 5-2	Tipo de impactos identificados escenario sin proyecto .....	75
Tabla 5-3	Tipo de impactos identificados escenario con proyecto .....	76
Tabla 7-1	Programas de manejo ambiental incluidos en el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la Resolución 0617 de 1994 – Cusiana R .....	80
Tabla 7-2	Estructura del Plan de Gestión Social Integrado 2020 - .....	80
Tabla 7-3	Medidas de Manejo Ambiental que se propone conformen el Plan de Manejo Ambiental como resultado de la presente modificación.....	81

Tabla 7-4	Programas asociados al manejo de los posibles impactos generados por las actividades objeto de la modificación.....	81
Tabla 8-1	<b>Programas de Seguimiento y Monitoreo incluidos en el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la Resolución 0617 de 1994 – Cusiana R .....</b>	<b>82</b>
Tabla 8-2	<b>Medidas de Seguimiento y Monitoreo que se propone conformen el Programa de Seguimiento y Monitoreo como resultado de la presente modificación .....</b>	<b>82</b>
Tabla 8-3	<b>Subprogramas asociados al manejo de los posibles impactos generados por las actividades objeto de la modificación.....</b>	<b>83</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Localización Político-Administrativa del proyecto .....	1
Figura 2-2	Localización de la Locación Cusiana R.....	2
Figura 2-3	Locación Cusiana R e infraestructura y equipos existentes .....	5
Figura 2-4	Vías de acceso al proyecto .....	7
Figura 3-1	Delimitación del área de influencia definitiva .....	13
Figura 3-2	Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 1-2.....	14
Figura 3-3	Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 2-3.....	15
Figura 3-4	Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 3-4.....	16
Figura 3-5	Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 4-1 .....	17
Figura 3-6	Área de influencia final socioeconómica .....	18
Figura 3-7	Área de influencia final socioeconómica .....	19
Figura 3-8	Localización del proyecto en el mapa de cuencas de Colombia .....	21
Figura 3-9	Localización del proyecto en la cuenca de la Cordillera Oriental (ANH 2007) .....	22
Figura 3-10	Mapa Geológico del Área de influencia donde se enmarca el proyecto.....	24
Figura 3-11	Mapa de Suelos de la Modificación del Pozo Cusiana R.....	28
Figura 3-12	Ubicación geográfica Usos y Usuarios.....	38
Figura 3.2-13	Modelo hidrogeológico conceptual para el Área de Influencia del Proyecto	44
Figura 3.4-1	Área de Influencia definitiva para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.....	56
Figura 5-1	Distribución porcentual de impactos por carácter para el escenario sin proyecto .....	75
Figura 5-2	Distribución porcentual de impactos por carácter para el escenario con proyecto.....	76

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene el resumen ejecutivo del estudio que da soporte técnico a la solicitud de modificación de la licencia ambiental ordinaria para la construcción y operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V.

### 1 GENERALIDADES

Con la Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994 el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible (MADS) otorgó la Licencia Ambiental Ordinaria para el proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V.

La construcción de la locación y perforación de los pozos Cusiana R se realizó entre los años 1995 y 1997. En la Locación Cusiana R se encuentran perforados los pozos Cusiana R-9 (Actualmente este pozo cuenta con placa de identificación de abandono del pozo del 05 de abril de 2016), Cusiana R-11 (Inyector de gas), y el pozo Cusiana R-13 (Productor), en el mes de abril de 2006 en el Pozo Cusiana R-13, se realizó la conversión de productor a inyector de gas.

De forma paralela el 11 de octubre de 1994, mediante la Resolución 336 el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible (MADS) otorgó la Licencia Ambiental para la operación de las Facilidades de Producción (CPF) y de las líneas del flujo del Campo Cusiana - Cupiagua – Fase I, localizado en la jurisdicción del municipio de Tauramena

En este CPF se reciben los fluidos (crudo, gas y agua) provenientes de los pozos del campo Cusiana en un punto llamado múltiple, donde se realizan los procesos de estabilización de los fluidos, separación primaria de gas, separación trifásica de alta presión (crudo, gua y gras), separación trifásica de presión intermedia, separación básica de baja presión, almacenamiento del crudo, compresión y reinyección de gas

Dentro de las acciones propuestas por ECOPETROL S.A. en el marco de la estrategia de abastecimiento de Gas País para el periodo 2023-2033, está el proyecto de gestión de agua de producción del tren piedemonte, el cual asegurará la producción de gas natural comprometida para los campos Cupiagua y Cusiana y algunos pozos de Floreña mediante la inyección del agua producida en el Tren Piedemonte.

Para esto se requiere la conversión de facilidades en superficie para inyección de agua al yacimiento a través de pozos para tal finalidad, teniendo en cuenta la variabilidad de las condiciones de presión en profundidad, volumen y tipo de medición de flujo requerido según la reglamentación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y/o entes regulatorios.

Así las cosas, el proyecto de inyectar agua en el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador, es el objeto de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria amparada bajo la Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994.

De acuerdo con lo anterior ECOPETROL S.A. presenta a consideración de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA– el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento básico en la toma de decisiones sobre el otorgamiento de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994), para el proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V.

## JUSTIFICACIÓN

El proyecto de gestión de agua de producción del tren piedemonte asegurará la producción de gas natural comprometida para los campos Cupiagua y Cusiana y algunos pozos de Floreña mediante la inyección del agua producida en el Tren Piedemonte, esto en el marco de la estrategia de abastecimiento de Gas País para el periodo 2023-2033.

Para esto se requiere la conversión de facilidades en superficie para inyección de agua al yacimiento a través de pozos para tal finalidad, teniendo en cuenta la variabilidad de las condiciones de presión en profundidad, volumen y tipo de medición de flujo requerido según la reglamentación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y/o entes regulatorios.

El proyecto de inyección de agua facilitará la recuperación de petróleo en la formación Mirador, la cual ha venido experimentando una baja de presión. Con la no inyección de agua, la presión en los yacimientos aumentará y se obtendrá un aumento en las reservas recuperables de 100 Millones de barriles de petróleo.

El objetivo de la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 que se encuentra en la parte baja de la estructura es generar empuje y arrastre del hidrocarburo con agua, y al mismo tiempo mantener la presión del yacimiento, la cual ha sufrido un depletamiento a lo largo de la historia de la producción del campo

Los resultados obtenidos hasta ahora han permitido resolver las dudas con respecto al esquema de inyección proyectado, especialmente las concernientes con la inyectividad en la formación Mirador.

El agua para inyección proviene principalmente del agua asociada de la producción en el campo Cusiana y del río Cusiana, y en menor proporción del agua de formación de los miembros impares de la formación Carbonera, la cual es dispuesta dentro del área del proyecto en los pozos inyectoros Buenos Aires-J y Buenos Aires-X.

El agua producida proveniente de Cupiagua y Recetor llega por el oleoducto y se dirige a tanques de almacenamiento, los frentes de contaminación entre baches del oleoducto se llevan a tanques de decantación y el agua decantada allí se reintegra al sistema de inyección por las bombas de “Dewatering”.

El agua producida proveniente de Cusiana, Fases I y II, llega directamente a los tanques de almacenamiento. Antes de la inyección del agua, es tratada en la PTA (Planta de Tratamiento de Agua), ubicada en el CPF-Cusiana. En general, la PTA está compuesta por un área de almacenamiento, un sistema de bombas de inyección y las unidades de tratamiento con una capacidad que alcanza los 270.000 BPD.

Actualmente el pozo Cusiana R-11 es inyector de gas y se solicita la autorización de Inyección de agua de producción, como actividad principal objeto de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria toda vez que no se contempla el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables y los impactos ambientales que puedan estar asociados a esta actividad están identificados y dimensionados en el Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Pozos Múltiple denominados Cusiana R y Cusiana V sobre el cual se pronunció la autoridad ambiental con la Resolución 0617 de 1994.

En la Tabla 1-1 se relaciona la estructura del presente estudio ambiental y se describe de manera general el contenido de cada uno de los capítulos que lo conforman.

**Tabla 1-1 Contenido del EIA para la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución 0617 de 1994)**

SECCIÓN	IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN																										
	Resumen Ejecutivo	Contextualiza el proyecto objeto de la modificación, así como los resultados más relevantes derivados de la caracterización del área de influencia establecida para la modificación, así mismo la identificación de los posibles impactos ambientales del proyecto y la formulación de las medidas de manejo, seguimiento y monitoreo.																										
Capítulo 1	Generalidades	Se indican los lineamientos generales, objetivos, antecedentes, alcances y metodología del estudio.																										
Capítulo 2	Descripción de Proyecto	Se relaciona la ubicación del proyecto y la descripción de la infraestructura existente, tal como: la petrolera, vial y eléctrica existente dentro de la Locación Cusiana R. Así mismo se describe las estrategias y actividades objeto de modificación la cual corresponde a la conversión del pozo Cusiana R-11, el cual actualmente es inyector de gas en la Formación Mirador y se planea convertirlo a inyector de agua en la misma unidad, para tal fin no se contempla el desarrollo obras civiles o afectación de recurso únicamente las actividades descritas en este capítulo.																										
Capítulo 3	Caracterización del Proyecto	Teniendo presente que las actividades objeto de la modificación se harán exclusivamente dentro de las instalaciones de la Locación Cusiana R y que estas no contemplan hacer uso y aprovechamiento de recursos naturales adicionales a lo ya aprobados por las autoridades ambientales. La caracterización del de los medios abiótico, bióticos y socioeconómico se desarrollaron en función de actualizar la información del estado actual de algunos componentes como insumo del estudio hidrogeológico requerido para determinar la significancia del impacto sobre dicho componente siendo el único que se afectara por la actividad objeto de la modificación.																										
Capítulo 3	Caracterización del Proyecto	A continuación, se relaciona el alcance de la caracterización de cada componente.																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>ALCANCE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MEDIO ABIÓTICO</b></td> </tr> <tr> <td>Geología</td> <td>Actualizar las unidades litológicas y rasgos estructurales del área de influencia y generar la geología de superficie como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.</td> </tr> <tr> <td>Suelos</td> <td>Actualizar la clasificación agrologica en el área de influencia y determinar el potencial de los suelos en cuanto a las propiedades de movimiento de flujo de agua en la zona no saturada, como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.</td> </tr> <tr> <td>Hidrología</td> <td>Actualiza los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia. Mediante el balance hídrico, junto con la oferta hídrica obtener la recarga de acuíferos mensual / multianual como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.</td> </tr> <tr> <td>Calidad del agua</td> <td>Actualizar la información de calidad del agua de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.</td> </tr> <tr> <td>Usos del agua</td> <td>Actualizar la base de datos de los usos presentes en el área de estudio definida para el proyecto.</td> </tr> <tr> <td>Hidrogeología</td> <td>Actualizar los análisis de las unidades litológicas frente a su comportamiento hidrogeológico (Acuíferos, acuícludos, acuíardos y acuífugos) en el área de influencia. Generar los insumos requeridos para el modelo hidrogeológico numérico y establecer la materialización de impactos por el desarrollo de la actividad objeto de la modificación.</td> </tr> <tr> <td>Atmosfera</td> <td>Determinar mediante variables meteorológicas (precipitación y temperatura) el balance hídrico como insumo para el componente hidrológico e hidrogeológico.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MEDIO BIÓTICO</b></td> </tr> <tr> <td>Flora</td> <td>Actualizar las diferentes unidades de cobertura de la tierra presente en el área de influencia, como insumo del estudio hidrogeológico.</td> </tr> <tr> <td>Ecosistemas acuáticos</td> <td>Actualizar la información de ecosistemas acuáticos de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b></td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	ALCANCE	<b>MEDIO ABIÓTICO</b>		Geología	Actualizar las unidades litológicas y rasgos estructurales del área de influencia y generar la geología de superficie como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.	Suelos	Actualizar la clasificación agrologica en el área de influencia y determinar el potencial de los suelos en cuanto a las propiedades de movimiento de flujo de agua en la zona no saturada, como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.	Hidrología	Actualiza los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia. Mediante el balance hídrico, junto con la oferta hídrica obtener la recarga de acuíferos mensual / multianual como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.	Calidad del agua	Actualizar la información de calidad del agua de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.	Usos del agua	Actualizar la base de datos de los usos presentes en el área de estudio definida para el proyecto.	Hidrogeología	Actualizar los análisis de las unidades litológicas frente a su comportamiento hidrogeológico (Acuíferos, acuícludos, acuíardos y acuífugos) en el área de influencia. Generar los insumos requeridos para el modelo hidrogeológico numérico y establecer la materialización de impactos por el desarrollo de la actividad objeto de la modificación.	Atmosfera	Determinar mediante variables meteorológicas (precipitación y temperatura) el balance hídrico como insumo para el componente hidrológico e hidrogeológico.	<b>MEDIO BIÓTICO</b>		Flora	Actualizar las diferentes unidades de cobertura de la tierra presente en el área de influencia, como insumo del estudio hidrogeológico.	Ecosistemas acuáticos	Actualizar la información de ecosistemas acuáticos de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.	<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>	
		COMPONENTE	ALCANCE																									
		<b>MEDIO ABIÓTICO</b>																										
		Geología	Actualizar las unidades litológicas y rasgos estructurales del área de influencia y generar la geología de superficie como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.																									
		Suelos	Actualizar la clasificación agrologica en el área de influencia y determinar el potencial de los suelos en cuanto a las propiedades de movimiento de flujo de agua en la zona no saturada, como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.																									
		Hidrología	Actualiza los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia. Mediante el balance hídrico, junto con la oferta hídrica obtener la recarga de acuíferos mensual / multianual como insumo para el modelo hidrogeológico numérico.																									
		Calidad del agua	Actualizar la información de calidad del agua de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.																									
		Usos del agua	Actualizar la base de datos de los usos presentes en el área de estudio definida para el proyecto.																									
		Hidrogeología	Actualizar los análisis de las unidades litológicas frente a su comportamiento hidrogeológico (Acuíferos, acuícludos, acuíardos y acuífugos) en el área de influencia. Generar los insumos requeridos para el modelo hidrogeológico numérico y establecer la materialización de impactos por el desarrollo de la actividad objeto de la modificación.																									
		Atmosfera	Determinar mediante variables meteorológicas (precipitación y temperatura) el balance hídrico como insumo para el componente hidrológico e hidrogeológico.																									
		<b>MEDIO BIÓTICO</b>																										
		Flora	Actualizar las diferentes unidades de cobertura de la tierra presente en el área de influencia, como insumo del estudio hidrogeológico.																									
Ecosistemas acuáticos	Actualizar la información de ecosistemas acuáticos de los sistemas loticos y lénticos, permanentes e intermitentes del área de influencia.																											
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>																												

SECCIÓN	IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
		Componente Demográfico Componente Espacial Componente Económico Componente Cultural Componente Político Organizativo Tendencias del Desarrollo	Actualizar la información cuantitativa y cualitativa de cada una de las dimensiones presentes en cada unidad territorial que enmarcan el área de influencia,  Se precisa que el presente capítulo no desarrolla la Zonificación Ambiental y se justifica su no aplicabilidad.
Capítulo 4	Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales	Se relacionan los permisos con los que cuenta la Locación Cusiana R para su operación. Así mismo, se relaciona los permisos con los que opera el CPF-Cusiana por el cual se autoriza el proceso de inyección. Se aclara que los permisos de uso y aprovechamiento a que haya lugar para la operación de la locación se tramitarán con la Autoridad Ambiental competente. Sin embargo, para la presente modificación no se contempla la solicitud de nuevos permisos.	
Capítulo 5	Evaluación Ambiental	Se presenta los impactos ambientales que actualmente están contemplados bajo la Resolución 0617 de 1994 y que han sido reportados y evaluados por la autoridad mediante los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA). Así mismo se incluye en este ítem las matrices de evaluación para el escenario con proyecto (actividades nuevas de la modificación), las cuales soportan los resultados y análisis obtenidos en los talleres de impactos y medidas de manejo desarrollados con la comunidad del Área de Influencia del proyecto.	
Capítulo 6	Zonificación de Manejo Ambiental	Se informa que para el presente estudio no se presenta una nueva zonificación de manejo ambiental, debido a las actividades de la modificación de acuerdo con las justificaciones señalada en el numeral 0 de este capítulo.	
Capítulo 7	Plan de Manejo Ambiental	Constituye el conjunto de programas destinados a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos que se podrían generar por la ejecución de las actividades objeto de modificación. Se presentan un (1) subprograma de manejo que complementan el plan de manejo ambiental vigente establecido mediante la Resolución 0617 de 1994.	
Capítulo 8	Programa de Seguimiento y monitoreo del Proyecto	Actualmente el Programa de Seguimiento y Monitoreo – PSM está compuesto por 4 fichas de seguimiento y monitoreo, de las cuales 2 corresponden al medio abiótico, 1 al medio biótico y 1 al medio socioeconómico.	
Capítulo 9	Plan de Gestión del Riesgo.	Se presenta la identificación y análisis de riesgos para las actividades objeto de modificación como complemento al Plan de Gestión de Riesgo para la Operación del Campo Cusiana R específicamente para el pozo Cusiana R-11.	
<b>ANEXOS</b>			
Anexo A	Anexos de los Capítulos del EIA	Los capítulos que relacionan anexos son  Capítulo 1: Generalidades. Capítulo 2: Descripción del Proyecto. Capítulo 3: Caracterización de Área de Influencia. Capítulo 4: Aprovechamiento de Recursos. Capítulo 5: Evaluación Ambiental Capítulo 9: Plan de Gestión del Riesgo.	
ANEXO B	Oficios y Aspectos Legales	1.1 Autorización Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)	Autorizaciones de la ANH en el sentido de incluir la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador.
ANEXO B	Oficios y Aspectos Legales	1.2 Ministerio del Interior	Se incluye el radicado y la respuesta de la solicitud de certificación sobre la necesidad de consulta previa para el proyecto

SECCIÓN	IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
		1.3 Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA	Solicitud de información sobre superposición de proyectos para el Estudio de Impacto Ambiental - EIA del Proyecto de la referencia
		1.4 Agencia Nacional de Tierras-ANT	Solicitud de información teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente en cuanto a la presencia de áreas de reservas campesinas que se encuentren en el área de estudio del proyecto de referencia
		1.5 Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt	Solicitud de información sobre presencia de áreas de importancia ambiental, prioritarias de biodiversidad, áreas de restauración ecológicas, conservación y/o alto y listado de especies forestales y faunísticas que se encuentren en categoría de amenaza en el área de estudio del proyecto de referencia.
		1.6 Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR	Solicitud de información sobre la presencia de áreas de reserva natural de la sociedad civil que se encuentren en el área de estudio del proyecto de referencia.
		1.7 Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales	Solicitud de información sobre la presencia o no de áreas del sistema de Parques Nacionales Naturales en el área de estudio del proyecto de referencia
		1.8 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Solicitud de información de interés ambiental en el área de estudio del proyecto de referencia
		1.9 Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Solicitud información sobre presencia de áreas de importancia ambiental y la respuesta de la solicitud de certificación sobre la existencia de Áreas de Reserva Forestal adscritas a la Ley 2 de 1959.
		1.1 Oficios entidades Locales	Se anexan oficios de Presentación y solicitud de información.
ANEXO C	Estudio Hidrogeológico	Informe final del Estudio Hidrogeológico conceptual y numérico elaborado como soporte para la evaluación de incluir la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador	
ANEXO D	Ambiental	Se anexan los informes de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea	
ANEXO E	Social	Comunicaciones remitidas	Oficios remitidos a las autoridades locales donde se solicitó soportes de información de las unidades territoriales. Oficios de convocatoria remitidos a las autoridades y comunidad para desarrollar los procesos de lineamientos de participación.
		Comunicaciones recibidas	Oficios de respuesta de las autoridades locales donde se solicitó soportes de información de las unidades territoriales.
		Actas y registros de lineamientos de participación	listado asistencia a los espacios Informativos (socializaciones), así como el registro fotográfico.
		Registro fotográfico	Soporte del registro fotográfico de los procesos de socialización y de la recolección de información primaria para el medio socioeconómico.
		Información Primaria	Formatos de la cartografía social, Fichas veredales y Línea de tiempo.
		Información secundaria	Documentos entregados por las autoridades locales.
		Presentaciones	Material gráfico utilizado durante el desarrollo de los lineamientos de participación con las autoridades y la comunidad presente en el área de influencia.
ANEXO CARTOGRÁFICO		Mapas temáticos a escala 1:10.000, actualizados con el levantamiento realizado en campo. Se presenta: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa de locación general</li> <li>2. Mapa de infraestructura existente</li> <li>3. Mapa de geología</li> <li>4. Mapa de clasificación agrologica</li> <li>5. Mapa de uso actual del suelo</li> <li>6. Mapa de uso potencial del suelo</li> <li>7. Mapa de conflictos de uso del suelo</li> <li>8. Mapa de uso hidrológico</li> </ol>	

SECCIÓN	IDENTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
		9. Mapa de agua superficial y monitoreos de agua superficial 10. mapa de hidrogeológico y monitoreos de agua subterránea 11. Mapa de cobertura de la tierra 12. Mapa de socioeconómico

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022.

## 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se describe los objetivos del proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V, específicamente para el pozo Cusiana R-11; los cuales son objeto de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria; bajo los lineamientos establecidos en Decreto 1076 de 2015.

### 1.1.1 Objetivo general

Continuar con la explotación en la Locación Cusiana R, modificando la Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994, modificada por las Resoluciones 2122 del 6 de diciembre de 2007 y 1420 del 24 de julio de 2009, en el sentido de incluir la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador. Solicitando para esto:

### 1.1.2 Objetivos específicos

Basados en lo anterior, los objetivos específicos del proyecto y del estudio son:

#### ➤ Objetivos de la modificación

- Solicitar la autorización asociada a la conversión del pozo denominado pozo Cusiana R-11 de manera que pase su función de inyector de gas a inyector de agua.
- Solicitar la inclusión de la estrategia de inyección (conversión de pozos) y actividades asociadas con el propósito de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador, la cual ha venido experimentando una baja de presión por las actividades extractivas. Señaladas en la Tabla 1-2 bajo las características y especificaciones descritas en el Capítulo 2 del presente documento.
- Actualizar el contexto ambiental y social acorde a las actividades a ejecutar, con el fin de ajustar los programas y las medidas de manejo que actualmente se implementan.
- Mantener las estrategias y actividades aprobadas en la Resolución 0617 de 1994 en la actualidad y la inclusión de una (1) estrategia de desarrollo adicional denominada Inyección (Conversión de pozos) para dar continuidad a la funcionalidad del pozo Cusiana R-11, señaladas en la Tabla 1-3 bajo las características y especificaciones descritas en el Capítulo 2 del presente documento.

**Tabla 1-2 Estrategia y actividades por solicitar en la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994)**

ESTRATEGIA	ACTIVIDADES	ID	DESCRIPCIÓN
<i>Inyección (Conversión de pozos)</i>	Instalación de campamentos temporales	1	Para la ejecución de las actividades asociadas a la adecuación del pozo para la actividad de inyección y la conversión del pozo, no se contempla la instalación de campamentos permanentes que permitan el pernoctar al personal en el área de trabajo o aledaña a la misma; en este orden de ideas, solo se adecuarán campamentos temporales compuestos por carpas modulares en estructura metálica armable, una cubierta en tela de poliéster recubierta de PVC resistente al agua y al sol, en estas carpas se instalarán los profesionales y también servirán para el almacenamiento de materiales que requieren estar cubiertos; instalación de canecas para la disposición de residuos sólidos y unidades sanitarias, las cuales estarán ubicada al interior de la locación
	Reemplazo de Tubería y Accesorios	2	La inyección de agua en campos en producción es comúnmente utilizada para mantener las presiones del yacimiento e incrementar el flujo de hidrocarburos mediante proyectos de recuperación secundaria. Dado a la diferencia de movilidades de los fluidos durante el desplazamiento, se forman interdigitaciones a causa del comportamiento anisotrópico asociado a las permeabilidades en la formación productora. En los Campos es común la conversión de pozo productor a inyector de agua, con el método que consiste en controlar el pozo: circular un fluido de menor densidad (salmuera), sacar sarta de producción, romper empaques, realizar cementación en intervalos abiertos e instalar la sarta de inyección de manera que se pueda inyectar agua de producción a la formación productora y en este orden de ideas mejorar el factor de recobro de crudo.
	Prueba hidrostática	3	Las pruebas hidrostáticas se encuentran incluidas en los ensayos no destructivos y específicamente en los de hermeticidad, en la que se aplica una presión a un equipo o línea de tuberías fuera de operación, con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados y la soldadura, utilizando como elemento principal el agua o en su defecto un fluido no corrosivo. En este orden de ideas, todo equipo nuevo o línea de flujo debe someterse a una prueba de presión (hidrostática), ya sea en los talleres o en campo Cabe señalar, que el agua para la prueba hidrostática será tomada de los puntos de captación autorizados para uso de agua industrial, por lo que no se requiere de un permiso adicional de recursos (agua superficial). La relación de los mismo se encuentra en el Capítulo 4 del presente documento. Durante la ejecución de las actividades operativas de las líneas de flujo, se debe realizar una serie de ensayos y pruebas que permiten verificar la calidad de la tubería y la condición final de las líneas como es el caso de la prueba hidrostática o de presión. Esta prueba consiste en inyectar agua a presión a través de la tubería de acero, con el fin de verificar la resistencia tanto de la tubería como de las soldaduras, uniones de estas y la hermeticidad del sistema. La prueba hidrostática comprende la limpieza interna, calibración de la tubería, llenado (con agua), purga de aire, presurización, despresurización, desplazamiento de agua y secado de la tubería. En términos generales, las actividades comprendidas durante la realización de la prueba son: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Llenado, venteo y presurizado hasta alcanzar el 20% de la presión de prueba.</li> <li>o Se mantiene esta presión por un lapso de 1 hora para detectar posibles fugas, si las hay, se baja la presión a cero y se corrigen las fugas.</li> <li>o Se eleva la presión al 50% de la presión de prueba, y se mantiene dicha presión por el lapso de una hora.</li> <li>o Se sube la presión al 90% de la presión de prueba y se mantiene por un lapso de media hora.</li> <li>o Finalmente se sube la presión al 100% de la presión de prueba y se mantiene por un lapso no inferior a 12 horas.</li> <li>o El agua residual de la prueba hidrostática se llevará hasta los tanques y/o frac tanks, en donde se les dará el tratamiento que tenga implementado el campo, para ser entregada posteriormente a un tercero debidamente aprobado por la autoridad ambiental, para su manejo y/o vertimiento o podrá ser llevada a la Estación Chichimene para adicionarse al sistema de tratamiento.</li> <li>o El procedimiento de prueba se desarrolla a 1,25 veces la presión de diseño durante un tiempo de 24 horas. Se considera fallida la prueba si la presión de la línea no se sostiene</li> </ul>

*Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022*

**Tabla 1-3 Estrategias y actividades autorizadas en la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994)– requeridas para la ejecución de la presente modificación**

ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	ID	OBSERVACIÓN	OBJETO DENTRO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN
<b>1. Planeación</b>	Información a la comunidad	1	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Ubicación física de pozos y vía de acceso	2		
	Diseño y trazo de las localizaciones y su vía de acceso	3		
	Adquisición de predios	4		
<b>2. Construcción vía de acceso</b>	Conformación de la banca	5	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Obras de arte	6		
	Funcionamiento	7		
<b>3. Construcción</b>	Remoción cobertura vegetal	8	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Movimiento de maquinaria	9		
	Explanación y terraplenes	10		
	Construcción de campamentos	11		
	Captación de agua	12		
	Instalación de equipos de perforación	13		
<b>4. Perforación</b>	Pruebas de producción	14	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Producción de residuos sólidos industriales	15		
	Producción de residuos sólidos domésticos	16		
	Producción de residuos líquidos industriales	17		
	Producción de residuos líquidos domésticos	18		
<b>5. Operación</b>	Extracción del crudo y bombeo (si el pozo es productor)	19	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Mantenimiento del pozo	20		
<b>6. Inyección (Conversión de pozos) (*)</b>	Instalación de campamentos temporales	21	Nueva estrategia y actividades	Estrategia y actividades asociadas objeto de solicitud de inclusión dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Reemplazo de Tubería y Accesorios	22		
	Prueba hidrostática	23		

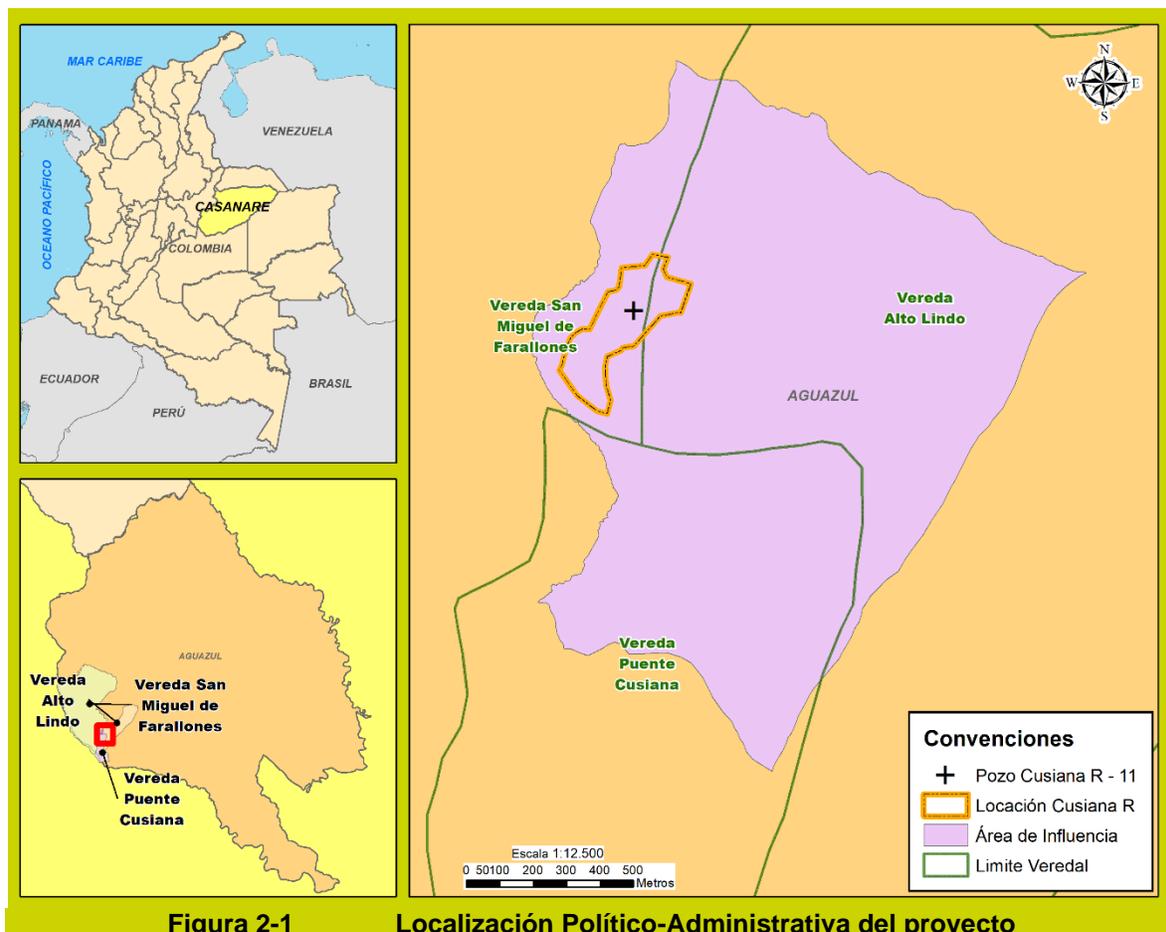
ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	ID	OBSERVACIÓN	OBJETO DENTRO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN
7. Restauración	Revegetalización	24	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V

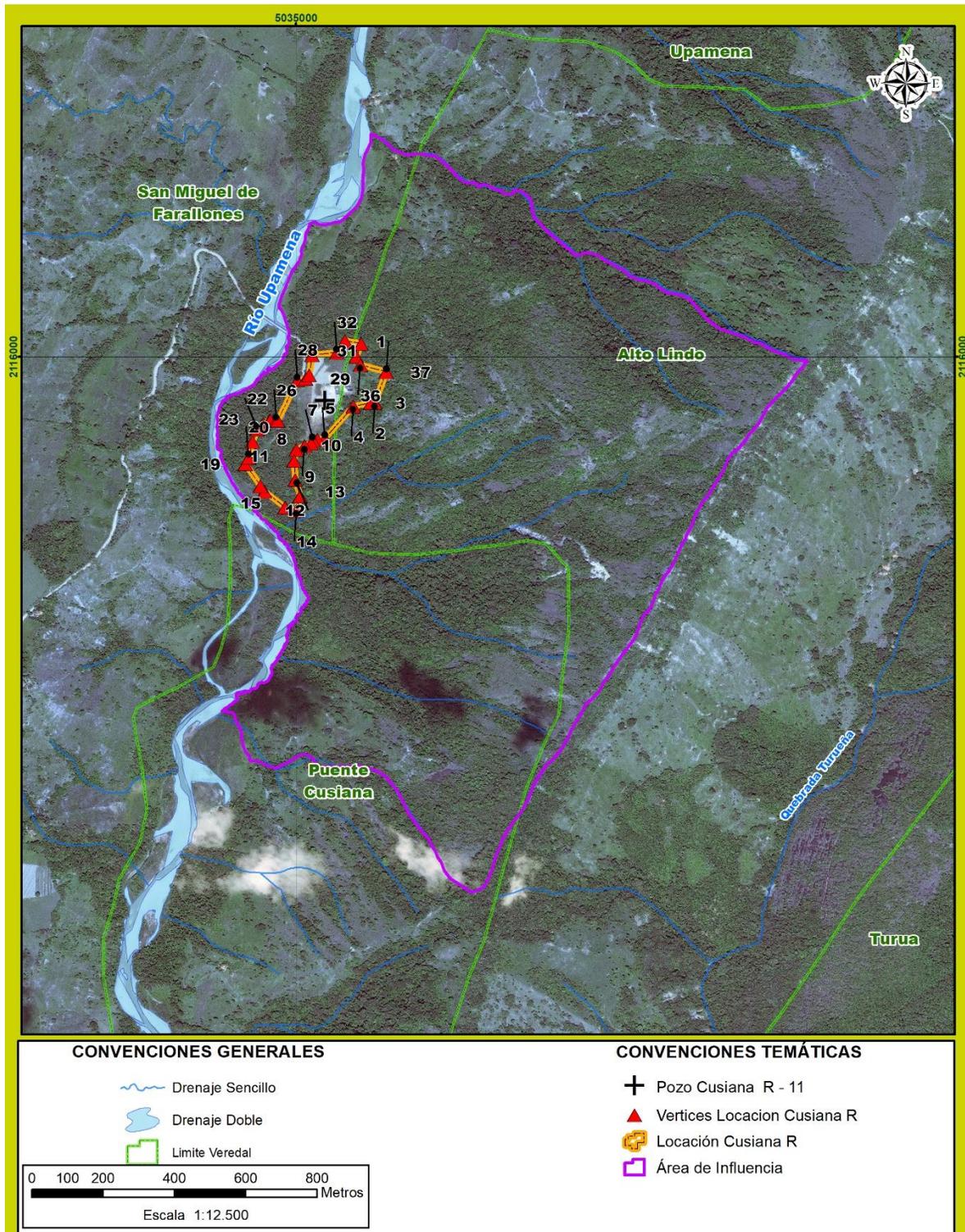
Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La locación de los pozos múltiples Cusiana R, está a una altura de trecientos cuarenta (340) metros sobre el nivel del mar, en la margen izquierda del río Upamena, perteneciente a la cuenca del río Cusiana, vereda San Miguel de Farallones, del Municipio de Aguazul, departamento de Casanare, área que se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma de la Orinoquía – Corporinoquia.

El campo de producción del cual hace parte la **Locación Cusiana R** y su infraestructura asociada, se encuentra en etapa de operación; en la locación en mención se encuentran perforados los pozos Cusiana R-9 (Actualmente este pozo cuenta con placa de identificación de abandono del pozo con fecha del 05 de abril de 2016), el pozo Cusiana R-13 (productor) al cual desde el mes de abril de 2006 se le realizó la conversión de productor a inyector de gas y finalmente el pozo Cusiana R-11 (objeto de la presente modificación). En la **Figura 2-1** se presenta la localización general del proyecto, mientras en la **Figura 2-2** se exhibe la de la **Locación Cusiana R**; de otra parte, las coordenadas de los vértices que demarcan a la misma se listan en la **Tabla 2-1**, finalmente en la Figura 2-3 la locación en mención y la localización al interior de la misma de los principales equipos e infraestructura identificada.





**Figura 2-2 Localización de la Locación Cusiana R**

Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022.

**Tabla 2-1 Georreferenciación de la Locación Cusiana R**

ID	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
	ESTE	NORTE
1	5.035.252.523	2.115.957.182
2	5.035.221.101	2.115.869.962
3	5.035.209.457	2.115.870.419
4	5.035.160.916	2.115.860.773
5	5.035.081.267	2.115.771.255
6	5.035.060.409	2.115.767.728
7	5.035.048.061	2.115.765.639
8	5.035.042.701	2.115.757.628
9	5035023.92	2.115.749.464
10	5.035.001.212	2.115.739.592
11	5.034.995.236	2.115.708.681
12	5.034.998.216	2.115.654.123
13	5.035.011.722	2.115.608.623
14	5.035.000.956	2115567.76
15	5.034.970.754	2.115.576.738
16	5.034.969.774	2.115.577.029
17	5.034.912.463	2.115.622.087
18	5.034.900.406	2.115.638.068
19	5.034.858.369	2.115.698.805
20	5.034.867.415	2.115.717.313
21	5034878.06	2.115.761.592
22	5.034.892.612	2.115.796.782
23	5.034.909.437	2.115.812.285
24	5.034.925.758	2.115.820.412
25	5.034.928.271	2.115.821.663
26	5.034.945.105	2.115.821.201
27	5.034.948.779	2115821.1
28	5.035.004.212	2.115.933.986
29	5.035.027.283	2115938.46
30	5.035.037.079	2.115.948.751
31	5.035.045.429	2116005.01
32	5.035.114.359	2.116.011.659
33	5.035.137.434	2.116.045.054
34	5035183.17	2.116.036.336
35	5.035.169.552	2.116.000.361
36	5.035.180.534	2.115.976.952
37	5.035.252.523	2.115.957.182

Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022.

El pozo Cusiana R-11 se encuentra a una altura de 344 m.s.n.m. en las coordenadas que se relacionan en la **Tabla 2-2**.

**Tabla 2-2 Georreferenciación del pozo Cusiana R-11**

COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		COORDENADAS GEOGRÁFICAS WGS 84	
ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
5035081	2115876	72° 41'0,319"	5°04'55.062"

Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

La Locación Cusiana R, actualmente presenta estructuras en concreto, como cunetas perimetrales para el manejo de aguas lluvias, skimmers, área del helipuerto, construidas durante la perforación, empleadas cuando se realizan trabajos de Ingeniería de Pozos.

El pozo cuenta con línea de conexión de 6" sobre la cual se implementa medición de presión (PIT-4202), con alarma de alta presión, medición de flujo (FT-4202) y cupón de corrosión (CC-4201). También cuenta con válvula tipo tapón de 6" y válvula tipo cheque de 6". Este arreglo cuenta con una línea de equalización de presión con una válvula de globo angular de 2" y una válvula de aislamiento tipo tapón. Esta facilidad también es de utilidad para despresurizar el tramo de tubería comprendido entre la válvula choque y la válvula tipo cheque.

El pozo Cusiana R-11 contará con válvula de choque manual (HCV-4211), con esta válvula se garantiza la regulación de la presión en cabeza de pozo en caso tal de que el sistema de bombeo del CPF este entregando a una presión mayor de descarga. No se considera un escenario de operación donde se requiera inyectar a más de un pozo a la vez, siempre se realiza la inyección en un solo pozo, por tal razón no se requiere chocar el pozo, así que los choques tendrán una función on/off.

El pozo cuenta con medición de presión en cabeza por medio del PIT-4210 existente, el cual tiene alarma por alta-alta presión, estas alarmas están seteadas por debajo de la presión de fractura del pozo (2500 psig), para su protección (alta-alta presión correspondiente al 90% de la presión de fractura y alta presión correspondiente al 80% de la presión de fractura). El PIT-4202 y el PIT-4210 tienen acción de cierre de las válvulas WV-4211 y MV-4210 de cabeza de pozo cuando se alcance la alta-alta presión en el sistema (2250 psig).

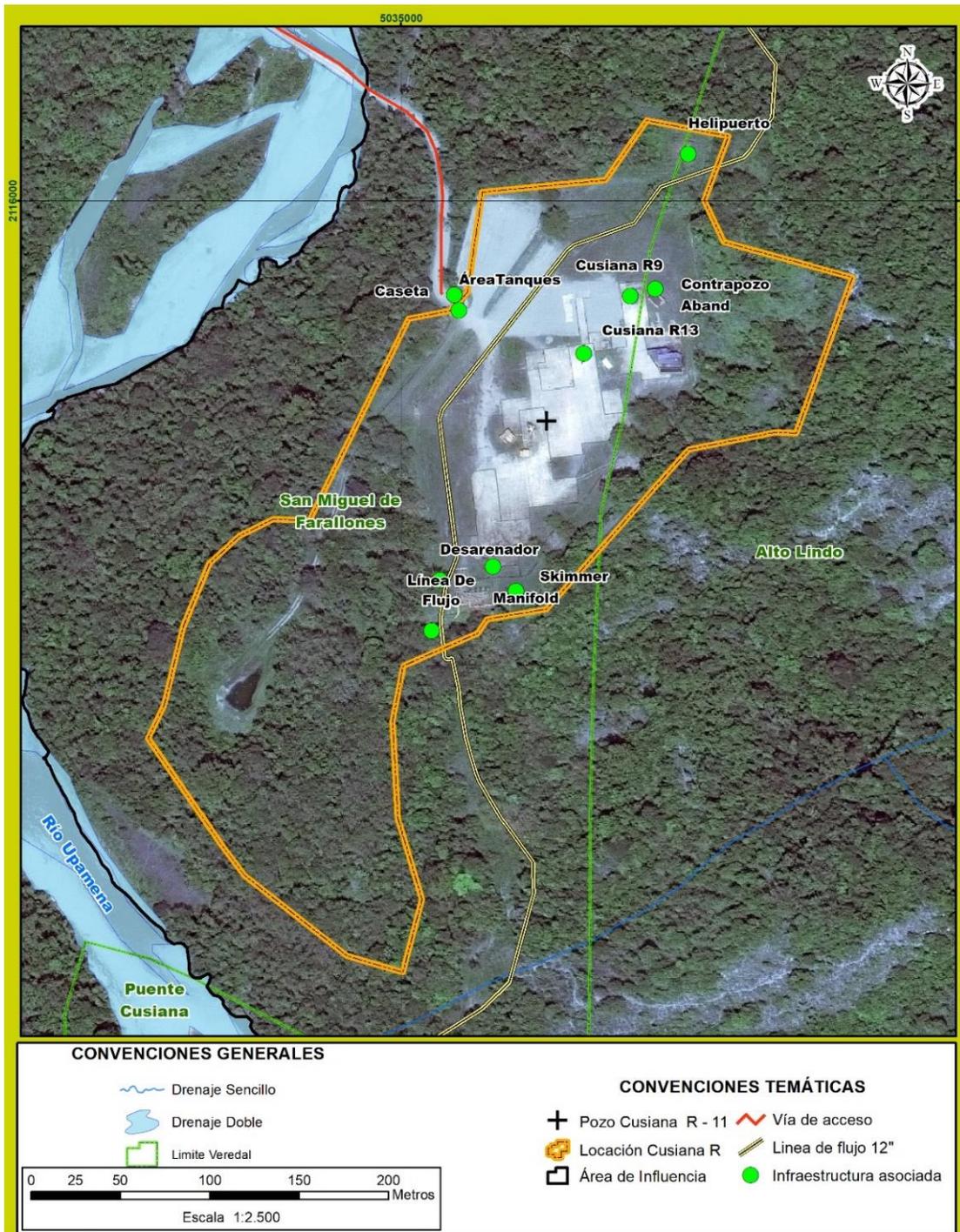
Lo correspondiente a la línea de flujo que conecta el CPF de Cusiana con las locaciones R-11, TA y T consiste en una línea enterrada de 12", con una longitud aproximada de 15.8 km a lo largo de los cuales presenta tres pasos subfluviales por cuerpos de agua, dos por el río Upamena y uno por el río Cusiana, esta línea es utilizada para el transporte de gas hacia los pozos inyectoros R-11/TA-27/T-3, los cuales serán objetos de conversión. Las características de la línea que conecta con la locación y pozo Cusiana R-11 se listan en la **Tabla 2-3**.

**Tabla 2-3 Características principales de la línea**

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
NOMBRE (m)	(CPF-M)-T
DIÁMETRO (in)	12
LONGITUD (m)	15884,92
MATERIAL	API 5L X65
CÓDIGO DISEÑO	ASME B31.8
PIPING CLASS	I2A2 TIPIEL; I2A4 TIPIEL; I2A5 TIPIEL; I2A4 BOHORQUEZ; I2A5 BOHORQUEZ
SERVICIO	GAS INJECTION
TIPO	TRUNK LINE
ESTADO OPERATIVO	OPERATIVA
FECHA INSTALACIÓN	--
PRESIÓN DE DISEÑO (psi)	6200
MAOP (psi)	6200
Temperatura máx. Diseño (°F)	200
Temperatura mín. Diseño (°F)	-20
Espesor de pared (mm)	25,4
Corrosión Allowance (mm)	3,18
PIGGABLE	NO

Fuente: ECOPETROL S. A. (2021); Adaptado por ANTEA Colombia SAS, 2022

Finalmente, en la **Figura 2-3** se relaciona la locación en mención y la localización al interior de esta de los principales equipos e infraestructura identificada.



**Figura 2-3** Locación Cusiana R e infraestructura y equipos existentes

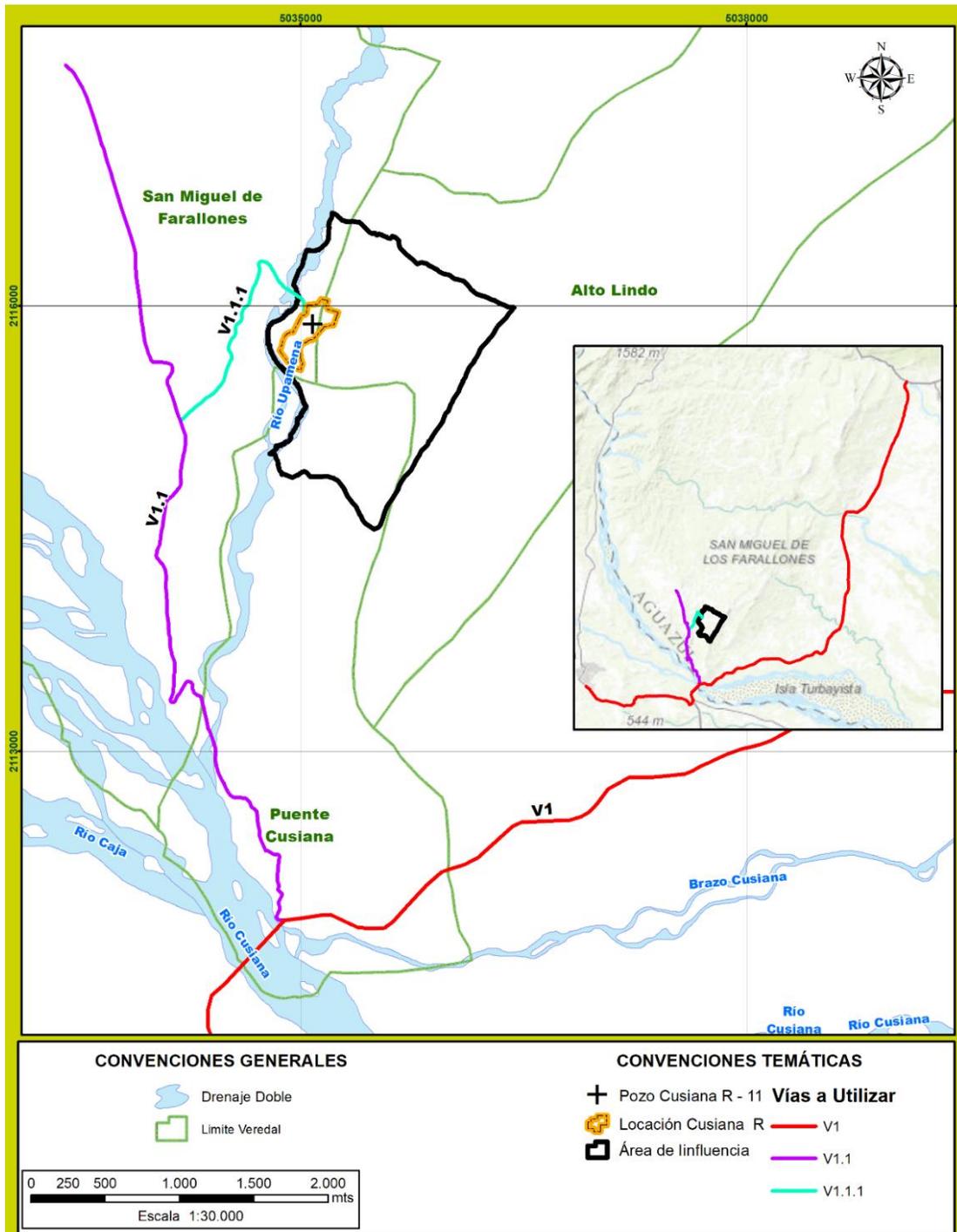
Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022.

### 2.1.1 Línea de flujo

Corresponde a una línea de flujo que conecta el CPF de Cusiana con las locaciones Cusiana R, TA y T (estas dos últimas no incluidas dentro del alcance de la presente modificación) consiste en una línea enterrada de 12", con una longitud aproximada de 15.8 km a lo largo de los cuales presenta tres pasos subfluviales por cuerpos de agua, dos por el río Upamena y uno por el río Cusiana, esta línea es utilizada para el transporte de gas hacia el pozo inyector Cusiana R-11. Como se presenta en la Figura 2-3.

### 2.1.2 Vías de acceso al proyecto

El ingreso a la Locación Cusiana R se realiza por la vía Yopal – Aguazul - Tauramena recorriendo aproximadamente a 50 kilómetros, por el carretable que conduce a la vereda de San Miguel de Farallones del Municipio de Aguazul, departamento de Casanare. En la **Figura 2-4** se presenta, la especialización de las vías a ser utilizadas por el presente proyecto, y sus características principales se consignan en la **Tabla 2-4**. Estas vías seguirán siendo de uso del proyecto y no serán objeto de intervención.



**Figura 2-4 Vías de acceso al proyecto**

Fuente: Licencia Ambiental Resolución 0617 de 1994. Adaptado por ANTEA Colombia SAS, 2022.

**Tabla 2-4 Vías a utilizar en las actividades asociadas a la presente Modificación**

Vía	Longitud (Km)	CLASIFICACIÓN INVIAS	CLASIFICACIÓN IGAC	ESTADO SUPERFICIE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL				HALLAZGO EN CAMPO
					Coord. Este Inicial	Coord. Norte Inicial	Coord. Este Final	Coord. Norte Final	
V 1	35,46	Primaria	Tipo 1	Buena	5048996,60	2130354,95	5027876,26	2111726,43	Permite el acceso al Bloque y área
V1.1	6,86	Terciaria	Tipo 5	Buena	5034865,19	2111851,72	5033315,35	2117709,98	Conduce hacia las Vdas. Puente Cusiana y San Miguel de Farallones, así como a la Captación 1
V1.1.1	2,78	Terciaria	Tipo 7	Buena	5034195,11	2115223,39	5035027,81	2115940,39	Conduce hacia la Vda Alto Lindo, la Captación 4 y Locación Cusiana R.
<b>TOTAL, VÍAS EXISTENTES Y VERIFICADAS EN CAMPO (Km)</b>	<b>45,10</b>								

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

Esta línea tiene como función transportar el agua a inyectar proveniente del CPF y estimular la producción de hidrocarburos en el yacimiento.

### 2.1.3 Estrategias de desarrollo

El presente numeral tiene como objetivo describir las estrategias de desarrollo incluidas dentro de la MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL ORDINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LOS POZOS CUSIANA R Y CUSIANA V. En el instrumento ambiental vigente a la fecha, se presentan seis (6) estrategias de desarrollo y veintiún (21) actividades asociadas, mientras que la presente modificación se estructura considerando, la definición de 4 Estrategias y 4 actividades asociadas (tanto unas y otras ya aprobadas) y la inclusión de una (1) nueva Estrategia y tres (3) actividades que hacen parte de la misma y las cuales son objeto de inclusión y aprobación por parte de la Autoridad Ambiental y en este orden de ideas fundamentan la presente modificación, las cuales agrupan 21 actividades; así las cosas, en la **Tabla 2-5** se relaciona la estrategia y actividades objeto de inclusión así como aquellas que son necesarias como complemento para la ejecución del proyecto que hace parte de la presente actualización, aclarando para éstas últimas que no son objeto de modificación a lo ya aprobado en los diferentes instrumentos ambientales existentes para el campo.

**Tabla 2-5 Estrategias y actividades asociadas que permiten el desarrollo de la presente modificación**

ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	ID	OBSERVACIÓN	OBJETO DENTRO DE LA PRESENTE MODIFICACIÓN
<b>1. Planeación</b>	Información a la comunidad	1	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Ubicación física de pozos y vía de acceso	2		
	Diseño y trazo de las localizaciones y su vía de acceso	3		
	Adquisición de predios	4		
<b>2. Construcción vía de acceso</b>	Conformación de la banca	5	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Obras de arte	6		
	Funcionamiento	7		
<b>3. Construcción</b>	Remoción cobertura vegetal	8	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Movimiento de maquinaria	9		
	Explanación y terraplenes	10		
	Construcción de campamentos	11		
	Captación de agua	12		
	Instalación de equipos de perforación	13		
<b>4. Perforación</b>	Pruebas de producción	14	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Producción de residuos sólidos industriales	15		
	Producción de residuos sólidos domésticos	16		
	Producción de residuos líquidos industriales	17		
<b>5. Operación</b>	Producción de residuos líquidos domésticos	18	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Extracción del crudo y bombeo (si el pozo es productor)	19		
<b>6. Inyección (Conversión de pozos) (*)</b>	Mantenimiento del pozo	20	Nueva estrategia y actividades	Estrategia y actividades asociadas objeto de solicitud de inclusión dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Instalación de campamentos temporales	21		
	Reemplazo de Tubería y Accesorios	22		
<b>7. Restauración</b>	Prueba hidrostática	23	Estrategia y actividades asociadas aprobadas en la Resolución 0617 de 1994	No será objeto de solicitud alguna dentro de la presente modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V
	Revegetalización	24		

*Nota (\*): Estrategia y actividades asociadas a incluir dentro de la presente modificación.*

*Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022*

A partir de lo consignado en la **Tabla 2-5** se aprecia la inclusión de una nueva estrategia denominada Inyección (Conversión de pozos), la cual incluye el desarrollo de tres (3) actividades a saber: instalación de campamentos temporales, remplazo de tubería y accesorios, y prueba hidrostática.

### 2.1.3.1 Estrategias y actividades

A continuación, se presenta la descripción de cada una de las cinco (5) Estrategias de Desarrollo, y las siete (7) actividades incluidas dentro de la MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL ORDINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LOS POZOS CUSIANA R Y CUSIANA V. Es de reseñar que en la **Tabla 2-6** se presentan las diferentes estrategias propuestas y el objeto de su inclusión dentro del presente documento.

**Tabla 2-6 Estrategias y actividades consignadas en la presente modificación**

<b>Planeación</b>
Información a la comunidad
<b>Construcción vía de acceso</b>
Funcionamiento
<b>Operación</b>
Mantenimiento del pozo
<b>Inyección (Conversión de pozos) (*)</b>
Instalación de campamentos temporales
Reemplazo de Tubería y Accesorios
Prueba hidrostática
<b>Restauración</b>
Revegetalización

*Nota (\*): Nueva estrategia y actividades asociadas a incluir dentro de la presente modificación.  
Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022*

### ➤ Cronograma y costos de las actividades asociadas a la presente modificación

En la **Tabla 2-7** la empresa ECOPETROL S.A. ha proyectado el desarrollo de las actividades relacionadas a la presente modificación en un cronograma de ejecución propuesto y presentado cabe resaltar que los tiempos señalados podrán presentar modificaciones según requerimientos propios del proyecto

**Tabla 2-7 Duración estimada para la ejecución de las actividades asociadas al desarrollo de la presente modificación**

ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	SEMANAS															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Planeación</b>	Información a la comunidad																
<b>Construcción vía de acceso</b>	Funcionamiento																
<b>Operación</b>	Mantenimiento del pozo																
<b>Inyección (Conversión de pozos)</b>	Instalación de campamentos temporales																
	Reemplazo de Tubería y Accesorios																
	Prueba hidrostática																
<b>Restauración</b>	Revegetalización																

*Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022*

El presupuesto total del Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V está dado por las tarifas planteadas para cada una de las actividades necesarias para el desarrollo de las estrategias y actividades a desarrollar. En este orden de ideas, las actividades asociadas a la presente modificación tienen un costo aproximado, a la fecha, de U\$ 2'000.000.00. (Dos millones de dólares). Es pertinente señalar que la actualización de los costos presentados se deberá ajustar según el IPC del año en el que se vaya a ejecutar las actividades asociadas a la presente modificación y para su estimación en dólares, se deberá calcular a la TRM vigente para la fecha.

### 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

Para el proceso de definición y delimitación de las áreas de influencia de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para el proyecto “Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V - Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11”, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Área proyecto (Locación Cusiana R):** Corresponde a la zona donde está la totalidad de la obras e infraestructura existente del proyecto, así como el área donde se llevarán a cabo las actividades objeto de la modificación.
- **Actividades del proyecto:** Comprende las acciones que se deben desarrollar con el fin de materializar el proyecto, esta contempla la actividad objeto de la modificación la cual corresponde a la conversión del Pozo Cusiana R-11, el cual actualmente es inyector de gas en la Formación Mirador y se planea convertirlo a inyector de agua en la misma unidad, para tal fin no se contempla el desarrollo obras civiles o afectación de recurso únicamente las actividades descritas en el Capítulo 2 del presente estudio, tales como son: instalación de campamentos temporales, reemplazo de tubería y accesorios y pruebas hidrostáticas
- **Áreas de demanda, uso y afectación de recursos naturales:** Considera las zonas donde el desarrollo del proyecto tiene incidencia sobre los recursos naturales, independientemente de la significancia ambiental de los potenciales impactos sobre estos.
- **Caracterización ambiental:** corresponde a los componentes sobre los cuales se efectuaron los análisis de información primaria y secundaria que están indicados en el numeral de caracterización ambiental para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico).

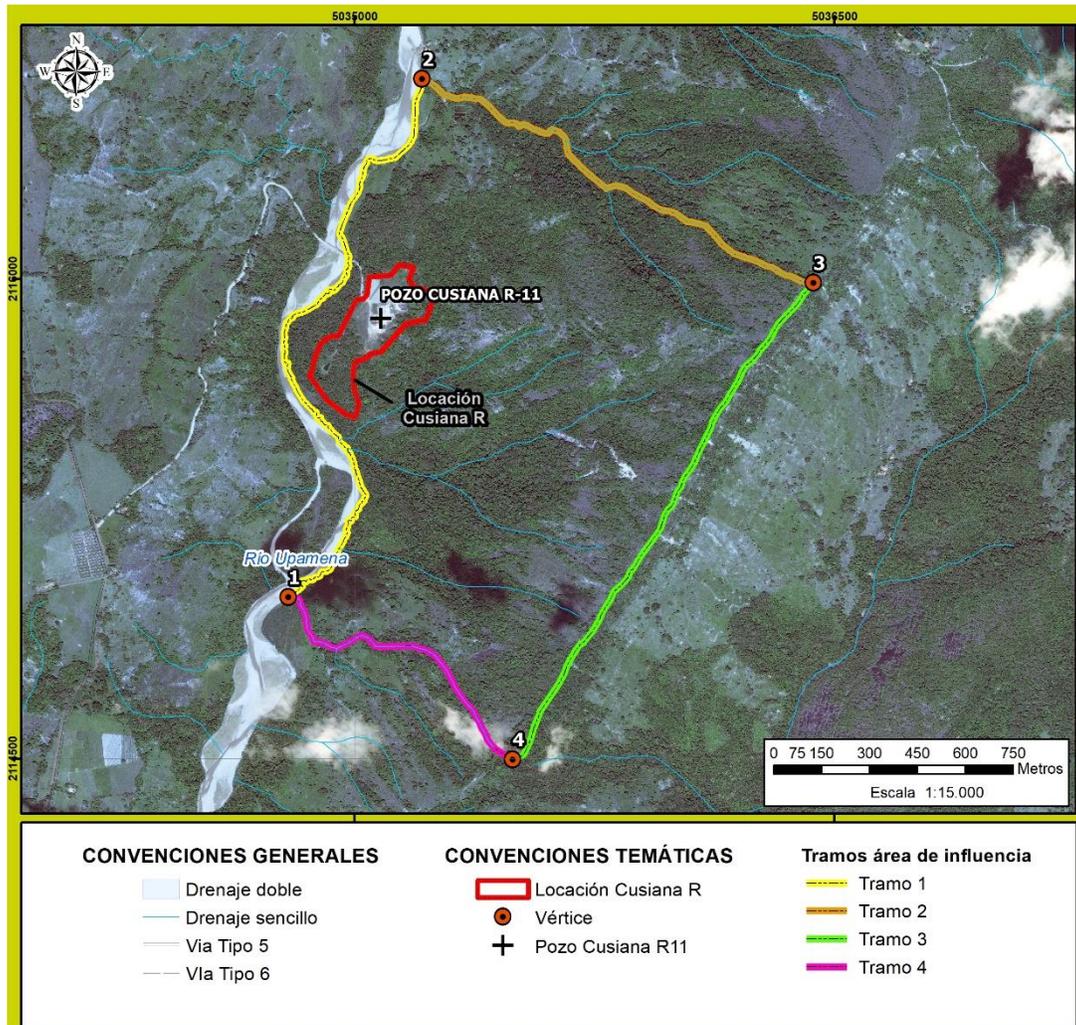
##### 3.1.1 Área de influencia definitiva de la modificación

De acuerdo con lo expuesto anteriormente a continuación, se describe la delimitación del área de influencia de la modificación de la licencia ambiental ordinaria, En la Tabla 3-1 y Figura 3-1, se muestra el resumen de los tramos que componen el área de influencia, el punto inicial, final, longitud en metros, así como las coordenadas del punto inicial y coordenadas del punto final, y finalmente la representación espacial.

**Tabla 3-1 Identificación de los tramos para la definición del área de influencia final**

PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	LONGITUD (m)	DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ			
			PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	2	2186,08	5034792,36	2115004,33	5035210,17	2116624,95
2	3	1473,93	5035210,17	2116624,95	5036434,21	2115987,27
3	4	1791,37	5036434,21	2115987,27	5035493,29	2114497,08
4	1	1006,42	5035493,29	2114497,08	5034792,36	2115004,33
ÁREA (has)			188,75			

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022



**Figura 3-1 Delimitación del área de influencia definitiva**

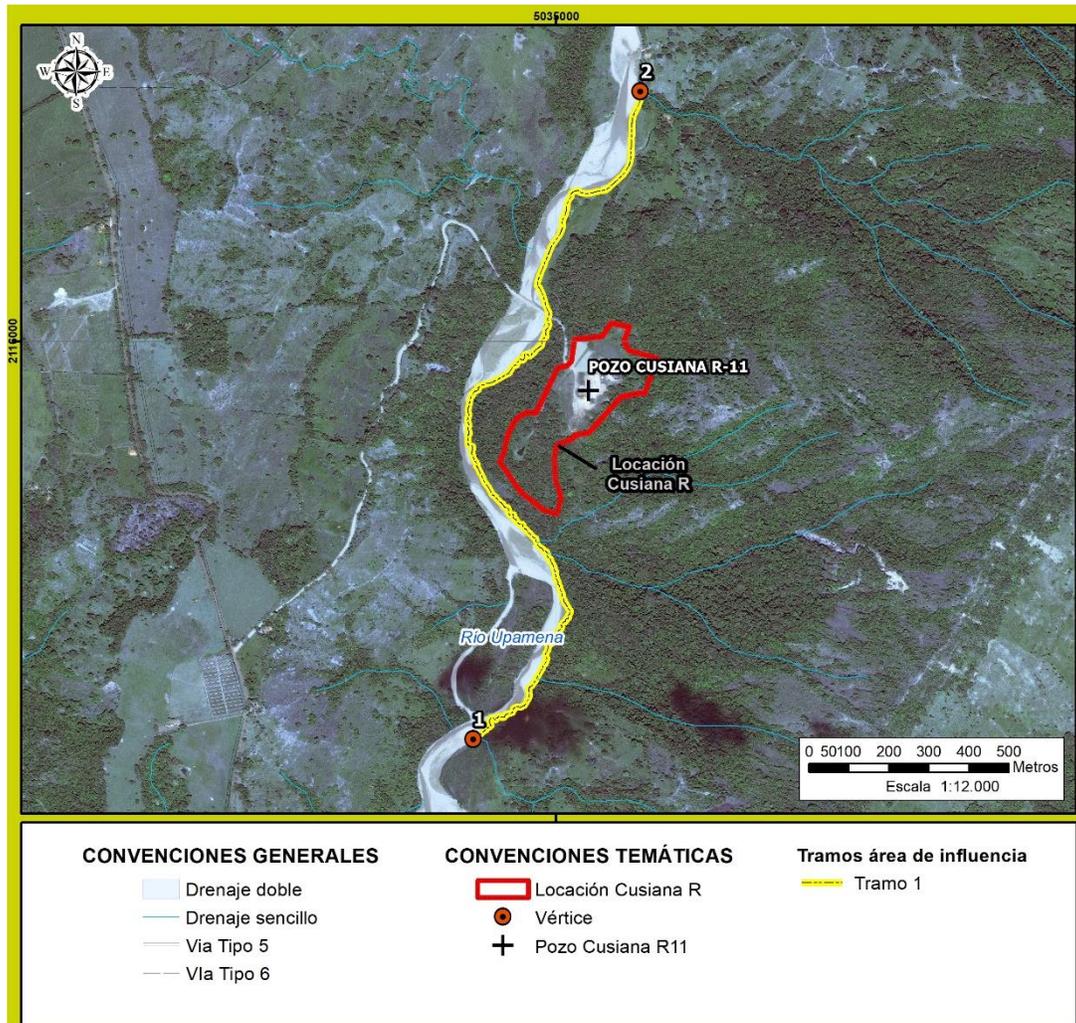
*Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022*

A continuación, se hará una detallada descripción de cada uno de los tramos que comprende el área de influencia, la cual presenta un área de 188,75 ha.

### 3.1.1.1 Tramo 1 – 2.

El punto inicial denominado como punto 1, está localizado en la margen izquierda del río Upamena y específicamente en la confluencia de este con un drenaje menor que desciende con dirección preferencial sureste-noroeste. A partir de ese punto y en dirección aguas arriba de la corriente antes mencionada se continúa por la margen izquierda del río en una longitud de 2186,06 m hasta llegar al punto 2 (Figura 3-2).

El río Upamena en el tramo 1-2 presenta un patrón del drenaje de tipo sinuoso y es el componente determinante para la definición del área de influencia (componente hidrológico).



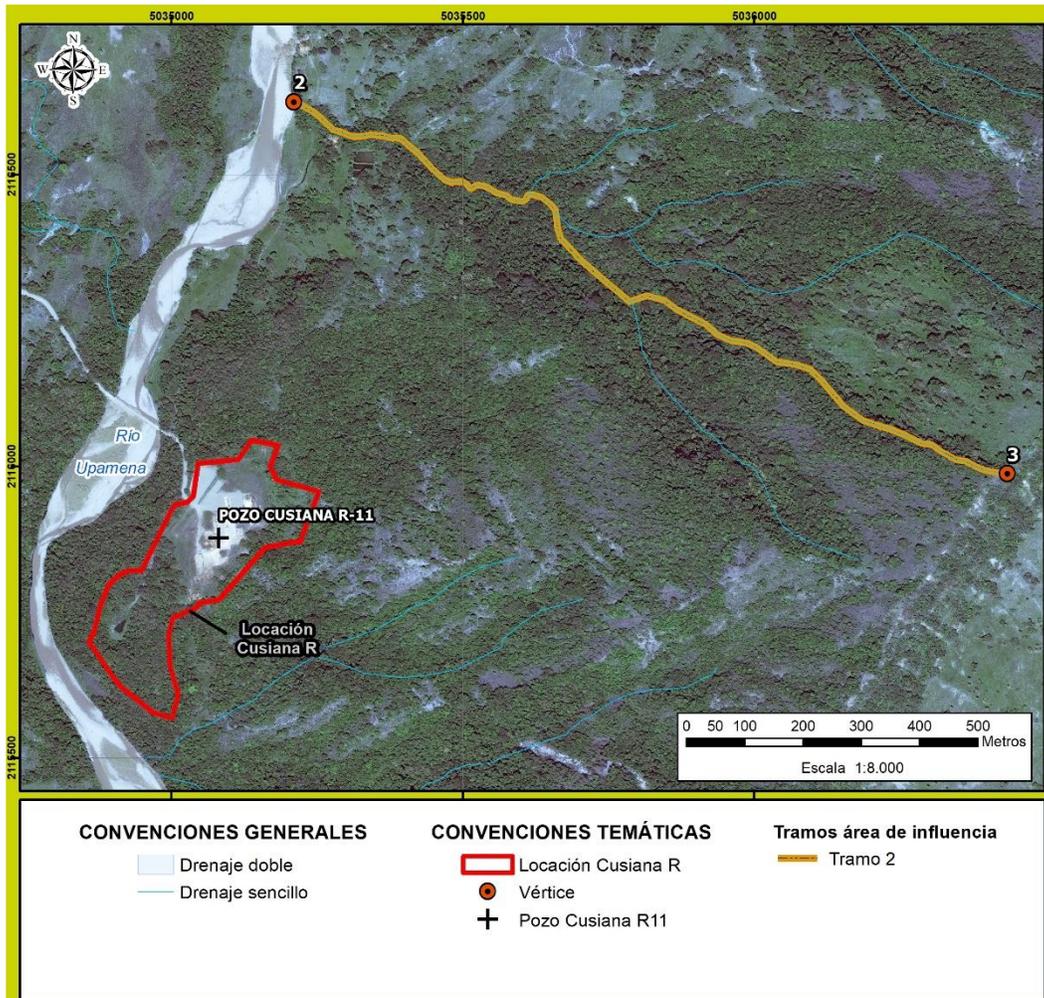
**Figura 3-2 Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 1-2**

*Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022*

### 3.1.1.2 Tramo 2- 3

A partir del punto 2, una vez el área de influencia abandona la margen izquierda del río Upamena toma una dirección preferencial sureste y continua en una longitud aproximada de 1473,93 m por un drenaje menor hasta llegar al punto denominado como 2, lugar geográfico que se constituye en una divisoria de agua o interfluvio (Figura 3-3). El drenaje en mención que sirve como límite del área de influencia corresponde a un drenaje menor, con un cauce entre 2 a 5 m de ancho y el cual entalla y disecta las rocas e la Formación Diablo (N1d).

El drenaje menor en el tramo 2-3 presenta un patrón del drenaje de subparalelo y es el componente determinante para la definición del área de influencia (componente hidrológico).

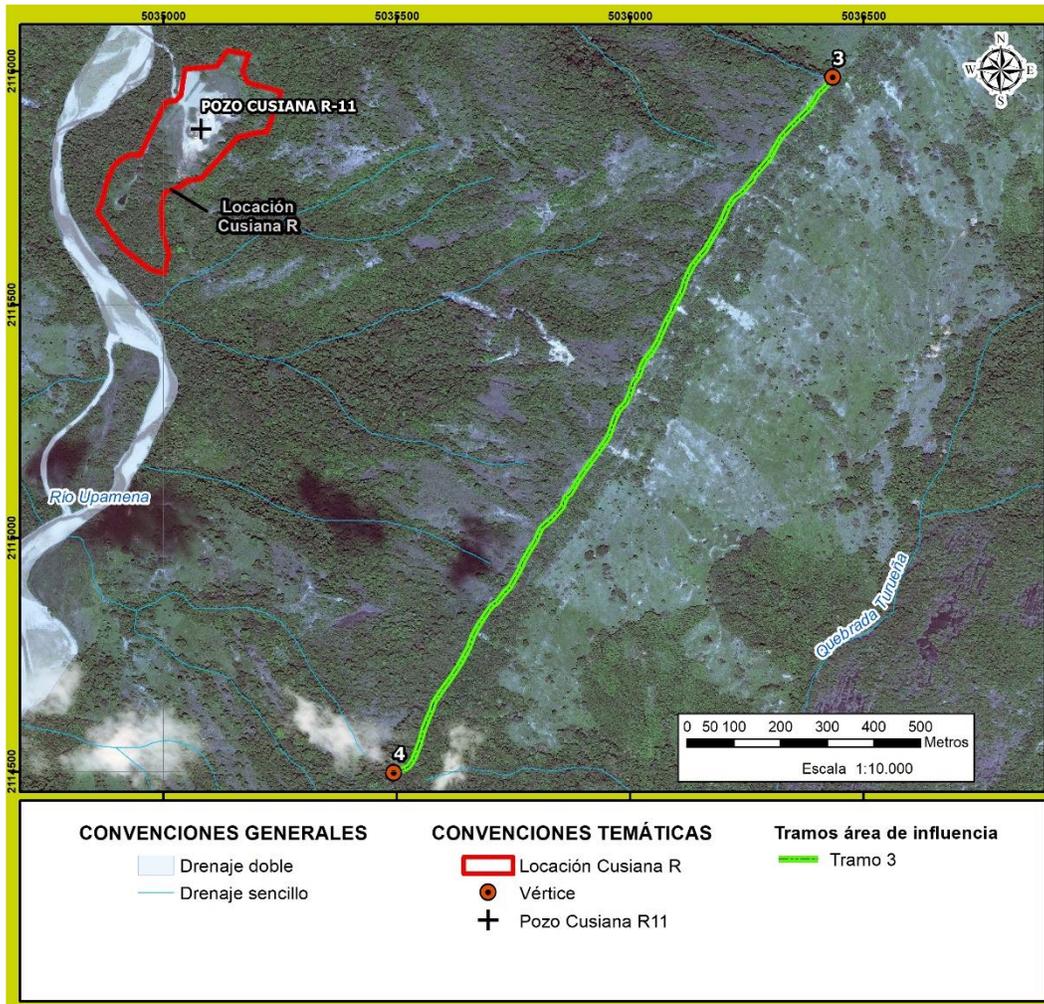


**Figura 3-3 Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 2-3**

*Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022*

### 3.1.1.3 Tramo 3 – 4

El límite del área de influencia continúa desde el punto 3 hasta el punto 4, en una longitud aproximada de 1791,37 m. El trazado del área de influencia continúa en dirección preferencial suroeste por un ambiente netamente estructural y específicamente por la divisoria de aguas de la cuenca del río Upamena. La divisoria de aguas mencionada se caracteriza por presentar una cima de forma aguda, de fuerte pendiente hacia el lado del frente del relieve y moderado hacia el lado del reverso del relieve (constituyéndose en una frontera física importante), En este tramo del área de influencia el componente hidrológico es de relevancia para la definición del área antes mencionada (Figura 3-4).



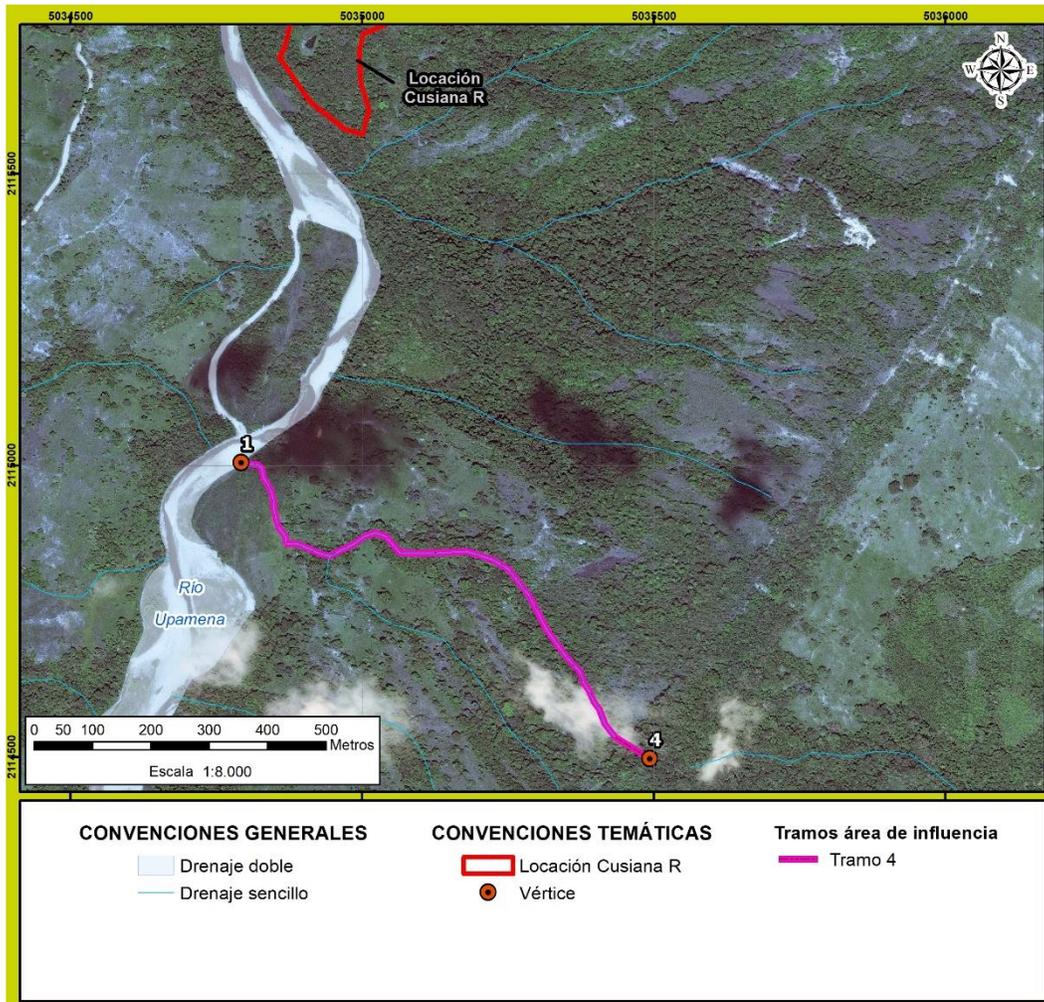
**Figura 3-4 Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 3-4**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022

#### 3.1.1.4 Tramo 4 - 1

Finalmente, a partir del punto 4 y hasta llegar al punto 1, el límite del área de influencia localizado hacia el sector más sureste coincide con un drenaje menor en una longitud de 1006,42 m aproximadamente, hasta llegar nuevamente a la desembocadura con el río Upamena (Figura 3-5).

El drenaje menor en el tramo 4-1, presenta un patrón del drenaje de tipo subparalelo y es el componente determinante para la definición del área de influencia (componente hidrológico) en este sector.



**Figura 3-5 Delimitación del área de influencia definitiva en el tramo 4-1**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022

### 3.1.2 Área de influencia definitiva del medio socioeconómico

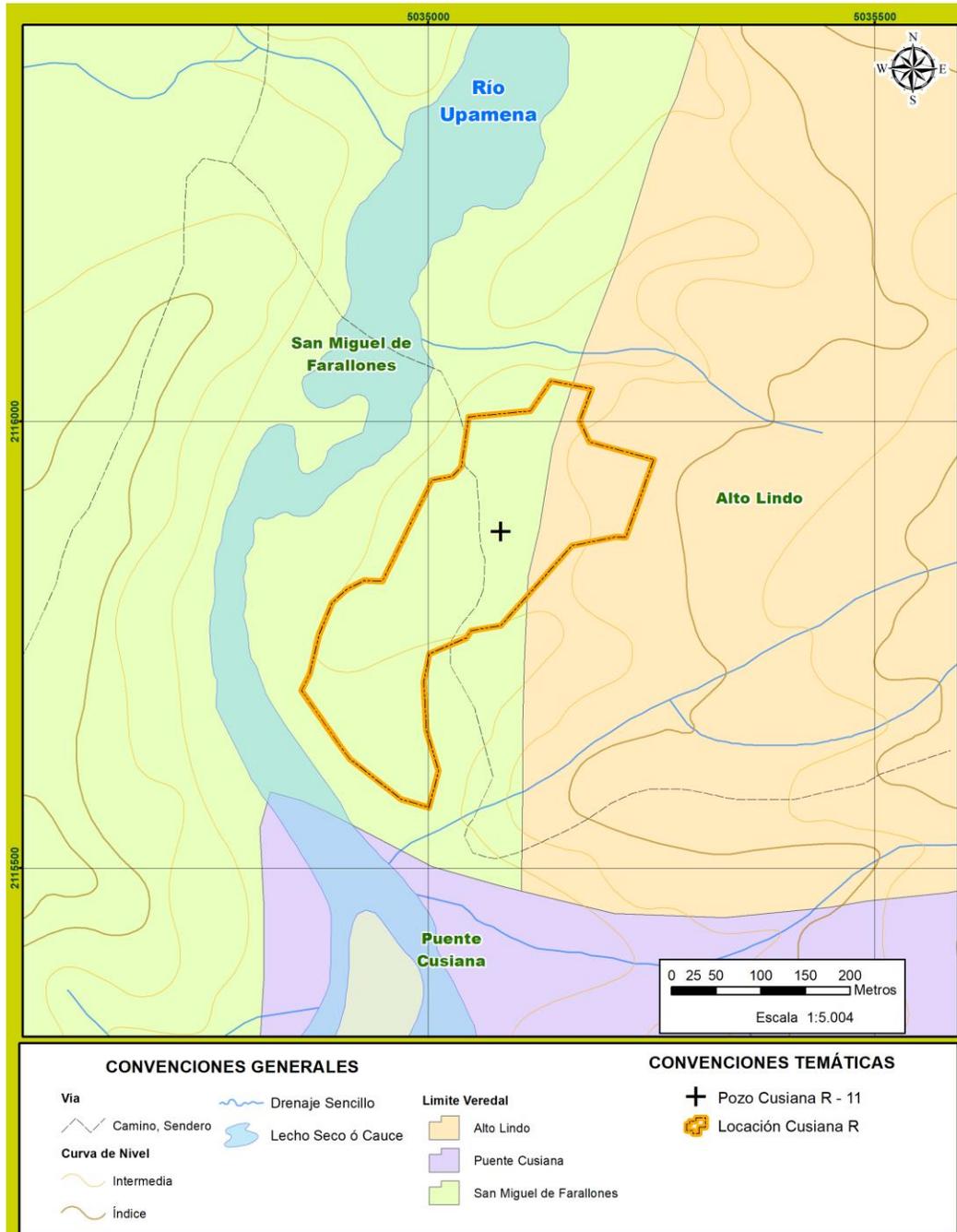
El área de influencia final a nivel socioeconómico se definió inicialmente con la superposición de la locación (Área de intervención) con las unidades territoriales que tendrían una intervención directa de esta manera se mantuvieron las unidades territoriales San Miguel de los Farallones (ubicado el Pozo Cusiana R-11) y la vereda Alto Lindo (donde se superpone una parte del perímetro de la Locación Cusiana R, y de acuerdo con el resultado del área de física, la vereda Puente Cusiana tendría superposición con el área de influencia definida para el medio abiótico, que si bien no va a tener un impacto directo sobre el medio socioeconómico o se van a ver afectados los servicios ecosistémicos que allí se presenten. La probabilidad de manifestación de los impactos específicos para el componente hidrológico hace considerar esta nueva unidad territorial como parte del área de influencia socioeconómica.

De acuerdo con lo anterior se identificaron las tres (3) unidades territoriales que conforman el área de influencia socioeconómica las cuales se relacionan en la **Tabla 3-2** y se espacializan en la **Figura 3-6** y **Figura 3-7**.

**Tabla 3-2 Unidades territoriales que se superponen con el área de influencia preliminar**

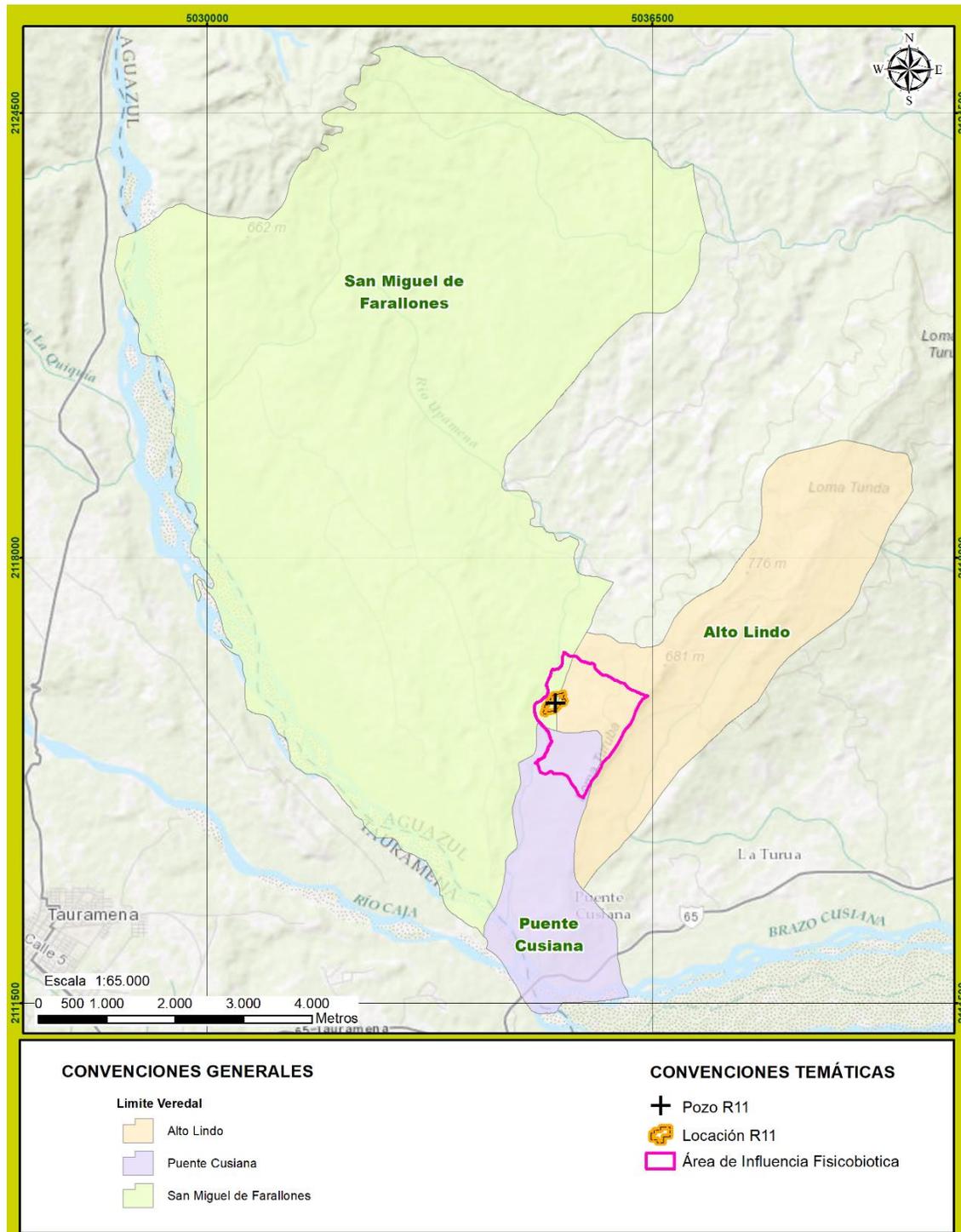
UNIDADES TERRITORIALES	CRITERIO
San Miguel de los Farallones	Ubicación Pozo R-11
Alto Lindo	Ubicación Locación Cusiana R
Puente Cusiana	Trascendencia de impactos socioeconómico

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S, 2022



**Figura 3-6 Área de influencia final socioeconómica**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022



**Figura 3-7 Área de influencia final socioeconómica**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

## 3.2 MEDIO ABIÓTICO

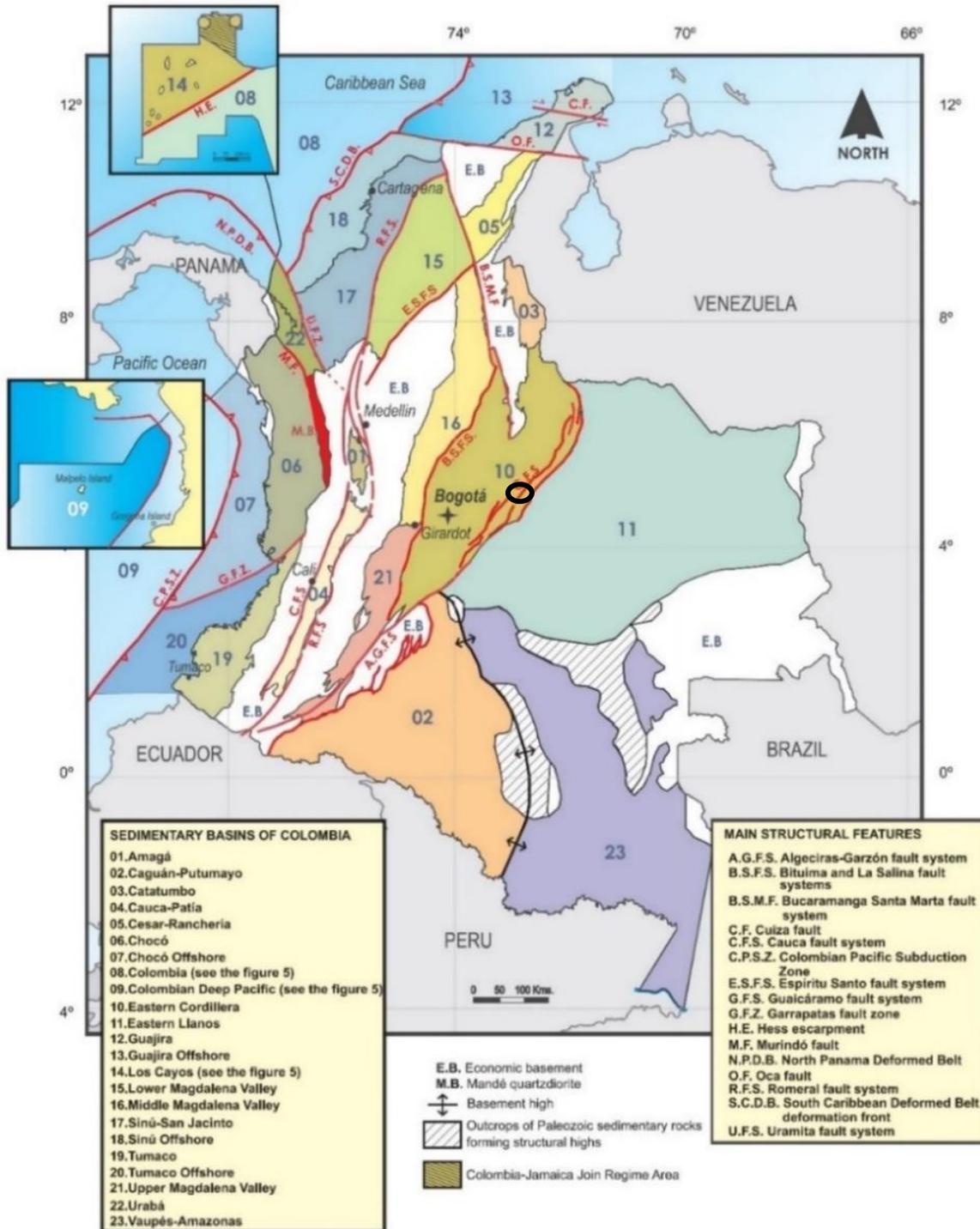
En el presente capítulo inició con la descripción generalizada del componente geológico, tomando como punto de partida la existente en el Servicio Geológico Colombiano -SGC (antes llamado INGEOMINAS) y la contenida en los estudios elaborados por las firmas consultoras en la zona y la obtenida en la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA). Paso seguido, se continuó con la descripción detallada de las características más relevantes del marco geológico local (estratigrafía y marco estructural), sobre la base de una fase de fotointerpretación y una etapa de reconocimiento de campo; y cuyo resultado final está representado por una cartografía geológica a escala 1:10.000 y el informe final.

### 3.2.1 Geología

#### 3.2.1.1 Geología Regional

Para entender las características geológicas a nivel regional y local sobre las que se encuentra el área de influencia donde se enmarca el proyecto, se hace necesario la ubicación de ésta, con relación a los dominios tectónicos definidos en Colombia según la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), tales como: región Este (1), región Central (2) y la región Oeste (3), los cuales están limitados con relación a los rasgos estructurales regionales, como lo son los grandes sistemas de fallas.

Adicionalmente, de acuerdo con el texto de la Agencia Nacional de hidrocarburos denominado Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal (Ao, 2007), geológicamente el territorio colombiano está conformado por 23 cuencas sedimentarias y estas a su vez están separadas por 16 rasgos estructurales principales. Regionalmente, el área de influencia en donde se enmarca el proyecto está localizada en la cuenca denominada “Cordillera Oriental” (identificada con el número 10) y achurada en color verde claro (**Figura 3-8**).

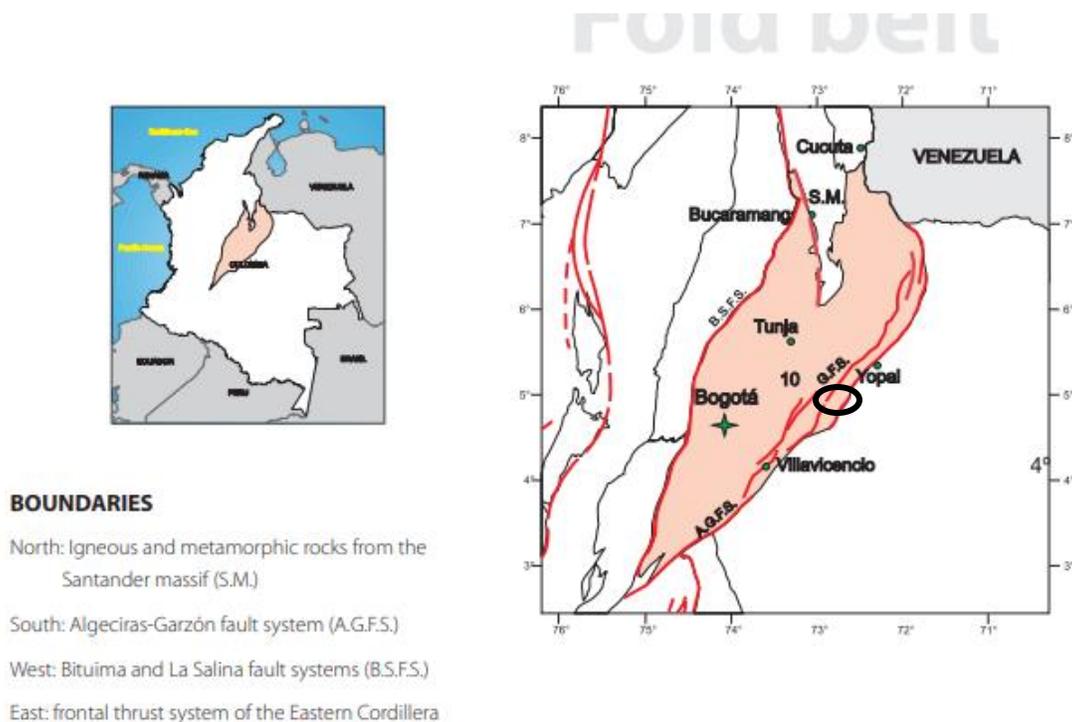


**Figura 3-8 Localización del proyecto en el mapa de cuencas de Colombia**

○ Área de influencia donde se enmarca el proyecto

Fuente: Tomado de Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal

Finalmente, la cuenca sedimentaria de la Cordillera Oriental como consecuencia de su origen y desarrollo estructural los límites actuales de la cuenca son muy irregulares y difíciles de describir de manera general. Al este y oeste los límites son fallas escalonadas bien desarrolladas que ejercen un empuje sobre las otras cuencas, el límite oriental se conoce como el sistema de cabalgamiento frontal de la cordillera oriental, hacia el oeste la cuenca está limitada por el sistema de fallas de rumbo dextral Algeciras – Garzón denominada como A.G.F.S. El límite norte esta dado ocas ígneas y metamórficas del macizo de Santander identificado como M.S. (Figura 3-9).



**Figura 3-9 Localización del proyecto en la cuenca de la Cordillera Oriental (ANH 2007)**

 Área de influencia donde se enmarca el proyecto

Fuente: Tomado de Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal Geología Histórica

### 3.2.1.2 Geología del área donde se enmarca el proyecto

La definición de las unidades geológicas sobre las que se asienta el proyecto es definida en primera instancia a partir de la información consignada en la Memoria Explicativa del Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Casanare (Año 2003) <sup>1</sup>, el Boletín Geológico Volumen 24 No. 2. Geología de la Plancha 171 Duitama, 191 Tunja, 211 Tauramena 7y 230 Monterrey Cuadrángulos J-12 y K-13 <sup>2</sup>, (SGC). Así las cosas, esta información fue validada y ajustada a partir de un reconocimiento de campo el que se hizo énfasis en la identificación, definición de contactos litológicos, reconocimiento y caracterización de depósitos cuaternarios de origen aluvial,

<sup>1</sup> FORERO HONOFRE, Hugo, LÓPEZ RAMOS, Eduardo y SERRANO, Martha P. Memoria Explicativa. Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Casanare. Escala 1:300.000. Bogotá. Año 2003.

<sup>2</sup> ULLOA M, Carlos E y RODRÍGUEZ M, Erasmo y RENZI, G. Boletín Geológico Volumen 24 No. 2. Geología de la Plancha 171 Duitama, 191 Tunja, 211 Tauramena 7y 230 Monterrey Cuadrangulos J-12 y K-13 Escala 1:100.000. Bogotá. Año 1983.

características que en conjunto puedan cartografiarse a una escala 1:10.000, complementados con datos estructurales para inferir la presencia de estructuras de relevancia local y regional.

### 3.2.1.2.1 Estratigrafía Local

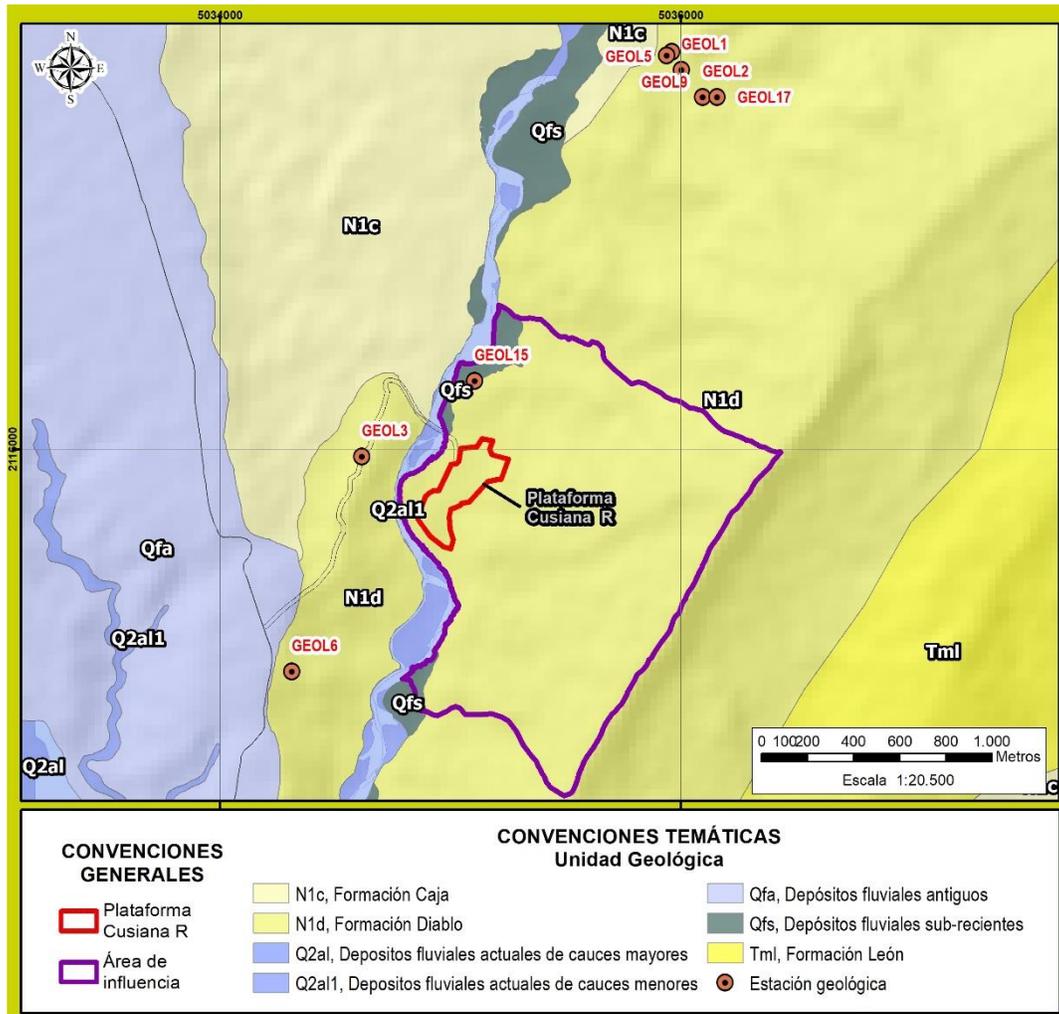
Con base en la información secundaria consultada y analizada, la fotointerpretación y el reconocimiento de campo realizado en el mes de diciembre de 2021, en la ventana cartográfica donde se localiza el área de influencia de la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, se identificaron seis (6) unidades geológicas, a saber. Depósitos Fluviales Actuales de Cauces Menores (Q2a1), Depósitos Fluviales Actuales de Cauces Mayores (Q2a), Depósitos Fluviales Subrecientes (Qfs), Formación Caja (N1c), Formación Diablo (N1d) y Formación León (Tml).

Sin embargo, se pudo identificar que el área de influencia está enmarcada dentro de dos (2) unidades geológicas, a saber: la primera asociada con un depósito Cuaternario denominado Depósitos Fluviales Subrecientes (Qfs), localizada en la margen izquierda del río Upamena, mientras que la otra parte donde se enmarca el área de influencia está ubicada sobre rocas de la Formación Diablo (N1d). En la **Tabla 3-3** y en la **Figura 3-10**, se muestra la descripción y la representación espacial de las mismas. Adicionalmente

**Tabla 3-3 Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia donde se enmarca el proyecto**

EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	
Fanerozoico- PH	Cenozoico- CZ	Cuaternario	Holoceno	Qfs	Depósitos Fluviales Subrecientes	Constituidos por partículas tamaño cantos y quijos embebidos en una matriz de carácter arcillo-arenoso, clasto o matriz soportados	6,38	3,38
		Neógeno	Mioceno medio	N1d	Formación Diablo	Constituida en su base por areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, grises verdosos, estratificadas en bancos de 6 m de espesor, con intercalaciones de shales y arcillolitas de color grises claras. La parte intermedia está compuesta por limolitas y arcillolitas, grises verdosos a rojizas, con intercalaciones de areniscas cuarzosas, de grano fino a medio, estratificación maciza	182,22	96,62
<b>Total, Área (ha)</b>						188,60	100,00	

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022



**Figura 3-10 Mapa Geológico del Área de influencia donde se enmarca el proyecto**

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

A continuación, se hará una descripción de las principales características de las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia, indicando el periodo, época, unidad geológica, descripción y área que ocupa.

### 3.2.1.3 Amenazas naturales

De acuerdo con lo establecido por EIRD/ONU (2004), se definen como amenazas geológicas, aquellos eventos naturales que pueden causar la pérdida de vidas o daños materiales, la interrupción de las actividades sociales y económicas o la degradación ambiental; entre estos eventos se incluyen, tanto procesos terrestres internos (endógenos) como externos (exógenos); los primeros están ligados a la actividad tectónica, representada a manera de sismos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, así como la actividad y emisiones volcánicas; los segundos, corresponden a procesos tales como movimientos en masa (tales como: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos y subsidencias<sup>3</sup>).

<sup>3</sup>EIRD/ONU., (2004): *Vivir con el riesgo: énfasis en la reducción del riesgo de desastres. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas. 457 p New Cork.*

Así las cosas, y con el fin de identificar las diferentes amenazas naturales presentes en el contexto regional, se realiza un análisis de la amenaza asociada a la actividad sísmica, movimientos en masa y susceptibilidad a la inundación, los cuales se describen a continuación y son desarrollados a partir de la recopilación y consulta de información secundaria.

### 3.2.1.3.1 Amenaza por actividad sísmica

Con base en información del SCG, los mayores movimientos sísmicos registrados en la zona de estudio se han dado en las áreas del piedemonte, con sismos de magnitudes entre 4,3 y 4,8 en la escala de Richter<sup>4</sup>. Se destacan algunos sismos en el municipio de Tauramena, especialmente el del 19 de enero de 1995, el cual alcanzó 6,5 de magnitud en la escala de Richter y se localizó a una profundidad de 25 km, produciendo una intensidad de VII en el área epicentral y de VI en la ciudad de Bogotá, y réplicas importantes en áreas cercanas a la Falla de Guaicaramo y dentro del mismo departamento de Casanare<sup>5</sup>. De acuerdo con el Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia<sup>6</sup> la zona se encuentra localizada en áreas con aceleraciones PGA medias, expresadas como porcentaje de gravedad, entre 24% y 44%, para un periodo de retorno de 475 años, es decir en zonas de amenaza sísmica alta

### 3.2.1.3.2 Amenaza por inundación

Se elaboró el traslape entre la información primaria y secundaria referente a las coberturas de la tierra, geomorfología e hidrología, permitiendo identificar las diferentes zonas de susceptibilidad a la inundación en las categorías de muy alta, alta, moderada, baja y muy baja. Los resultados de la susceptibilidad a la inundación para el Área de Influencia del Proyecto se presentan en el **Tabla 3-4** y se evidencia que las zonas con susceptibilidad a la inundación moderada ocupan el 3,53% y el resto del área con susceptibilidad baja a la inundación ocupan el 96,47%.

**Tabla 3-4 Descripción de la susceptibilidad a la inundación del Área de Influencia del Proyecto**

SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	
		ha	%
Moderada (M)	Corresponde a aquellas áreas que periódicamente ocasionalmente se inundan. A nivel geomorfológico se correlaciona con el Valle coluvio aluvial (Vca). Asimismo, a nivel de cobertura de la tierra está asociada con la Vegetación secundaria baja (Vsb).	6,65	3,53
Baja (B)	Corresponde con aquellas zonas que presentan áreas susceptibles a inundarse en la época de altas precipitaciones, pero que son de carácter puntual o muy localizada. A nivel geomorfológico está asociada con el Plano de Terraza Alta y Baja (TAa y TAb) En lo relacionado con la cobertura de la tierra se relaciona con Pastos limpios (PI), arbolados (Pa) y enmalezados (Pe).	181,95	96,47
<b>ÁREA TOTAL</b>		188,60	100,00

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

### 3.2.1.3.3 Susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa

De acuerdo con la información secundaria consultada y específicamente en el Servicio Geológico Colombiano – SGC (antes INGEOMINAS) representados en el Mapa Nacional de Amenaza por

<sup>4</sup> SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, Catálogo de sismicidad. [Citado, febrero 21 de 2022] Disponible en: <http://bdrsnc.sgc.gov.co/paginas1/catalogo/index.php>

<sup>5</sup> Documento Técnico de Soporte - Revisión y ajuste al Esquema de Ordenamiento Territorial Aguazul Casanare 2011. p 199, 200.

<sup>6</sup> SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. Mapa nacional de amenaza sísmica. Periodo de retorno 475 años. [Citado, febrero 21 DE 2022] Disponible en: [https://srvags.sgc.gov.co/arcgis/rest/services/Amenaza\\_Sismica/Periodo\\_Retorno\\_475/MapServer](https://srvags.sgc.gov.co/arcgis/rest/services/Amenaza_Sismica/Periodo_Retorno_475/MapServer)

Movimientos en Masa a escala 1:500.000 (Año 2015) y en segundo lugar, la aportada por otros estudios e informes desarrollados en el sector y específicamente, el existente en la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPORINOQUIA), se menciona que el área de influencia corresponde principalmente a una zona de AMENAZA MUY ALTA (en color marrón oscuro) por fenómenos de remoción en masa, excepto la zona asociada con el río Upamena en donde se presenta una zona calificada como de AMENAZA MODERADA (en marrón claro). Dentro de las observaciones de campo realizada en el mes de diciembre de 2021, el área de locación presenta baja susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa.

#### 3.2.1.3.4 Amenaza por incendios forestales

Para determinar la amenaza por incendios forestales en el área de influencia se aplicó la metodología planteada por el IDEAM en su publicación “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.000”<sup>7</sup>. La evaluación de la amenaza integra diversos factores, entre los que se cuentan la susceptibilidad, los factores climáticos, factores de relieve, factores históricos y accesibilidad. A continuación, se presenta cada uno de los elementos utilizados para determinar la amenaza:

La susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios forestales en el Área de Influencia del proyecto Cusiana R se define por tres (3) aspectos fundamentales:

- Tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema.
- Duración en horas por tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1 h, 10 h, y 100 h).
- Carga total de combustible, caracterización cualitativa dependiente de la correlación de la altura en metros, cobertura en valores porcentuales, biomasa aérea en ton/ha y humedad media de la vegetación obtenida a través de una distribución cualitativa de los rangos obtenidos a partir del índice de vegetación NDII. Este último nivel define el modelo de combustible para una determinada unidad de vegetación.

### 3.2.2 Geomorfología

Como se mencionó previamente, la actividad objeto de la modificación es la conversión del pozo Cusiana R-11, el cual actualmente es inyector de gas en la Formación Mirador y se planea convertirlo a inyector de agua en la misma unidad, para tal fin no se contempla el desarrollo obras civiles o afectación de recurso únicamente las actividades descritas en el Capítulo 2 del presente estudio, tales como instalación de campamentos temporales, reemplazo de tubería y accesorios y pruebas hidrostáticas, las cuales se desarrollan en un área intervenida y actualmente en operación (Locación Cusiana R), una vez evaluadas dichas actividades se determinó que no generan impactos a las formas del terreno aflorantes en el área de influencia y que las características originales del entorno se conservan. Por lo tanto, se consideró la no caracterización del componente geomorfológico para el presente estudio.

### 3.2.3 Suelos

La caracterización agrologica de los suelos para el área de influencia se realizó a partir del análisis de la información secundaria, la cual corresponde al estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Casanare - IGAC, 2014 e información primaria recolectada durante la elaboración del EIA para la modificación de la licencia ambiental del pozo Cusiana R-11 como lo es: fotointerpretación geológica, mapas de geología, coberturas de la tierra e información de campo.

---

<sup>7</sup> IDEAM, I. E. (noviembre de 2011). Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000. Bogotá D. C., Colombia.

Dicha información se empleó para la elaboración de los mapas de suelo y uso actual del suelo, los cuales son insumos para el modelo hidrogeológico soporte de la presente modificación cuya extensión es de 188,75 hectáreas. Se identificó un clima cálido a una altura inferior a los 1.000 msnm con una temperatura media anual superior a 24°C. Con provincia húmeda con una precipitación media anual que varía entre los 2000 mm y los 3500 mm.

**Tabla 3-5 Leyenda de suelos del área de influencia de la modificación del Pozo Cusiana R-11.**

ÁREA DE INFLUENCIA	UNIDAD CLIMÁTICA	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	FASES	SÍMBOLO
Montaña	Cálido húmedo	Espinazo	Ladera estructural	f2	MVCf2
Valle		Terraza	Plano de terraza	ap	VVBap

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

El área de influencia se encuentra un área de montaña y valle, donde se distinguen los tipos de relieve de espinazo y terraza con formas del terreno de ladera estructural y plano de terraza. Ver **Figura 3-11**.

Las unidades de suelos identificadas pertenecen al orden entisol, el cual fue agrupado a nivel de familia por distribución de tamaño de partículas y régimen de temperatura. El trabajo permitió identificar dos unidades cartográficas de tipo consociación, cuyo contenido edafológico está conformado en un 70% o más por un mismo suelo con una misma taxonomía, por lo cual tienden a la homogeneidad.

Los resultados de laboratorio y las características morfológicas de los suelos, fueron elementos importantes para la interpretación; en los indicadores descriptivos e interpretativos utilizados, donde se incluyen la profundidad efectiva, drenaje natural, grupo textural, profundidad del nivel freático, inundaciones, encharcamientos, pedregosidad, erosión, reacción y fertilidad natural, los datos se complementaron con la identificación de remanentes de vegetación natural y con información sobre el uso actual en cada unidad de suelos delimitada.

En cuanto a la capacidad de uso de los suelos, estos se agruparon en la clase agrológica 5 y 7 cuyo grado de limitaciones aumenta de la menor a la mayor.

En la verificación de los suelos en el trabajo de campo, se realizaron descripciones detalladas o calicatas (**Ver Tabla 3-6**). Donde se realizó el mapeo libre, el cual permite reducir el número de observaciones en campo y se realizó a criterio del edafólogo reconocedor. Las observaciones son ubicadas en sitios estratégicos de la geomorfología, esta técnica de muestreo se usa para caracterizar los suelos de las unidades geomorfológicas con criterio edáfico, como se hizo previamente para este estudio en la fase de trabajo de oficina.

**Tabla 3-6 Puntos de muestreo de suelos en la modificación del Pozo Cusiana R-11**

UNIDAD SUELOS	PERFIL SUELO	MUESTRA	FECHA TOMA DE MUESTRAS	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
				E	N
VVBap	CUS-01	CUS-01 Ap	15 dic/21	5.034.992	2.116.119
		CUS-01 B			
		CUS-01 Cg			

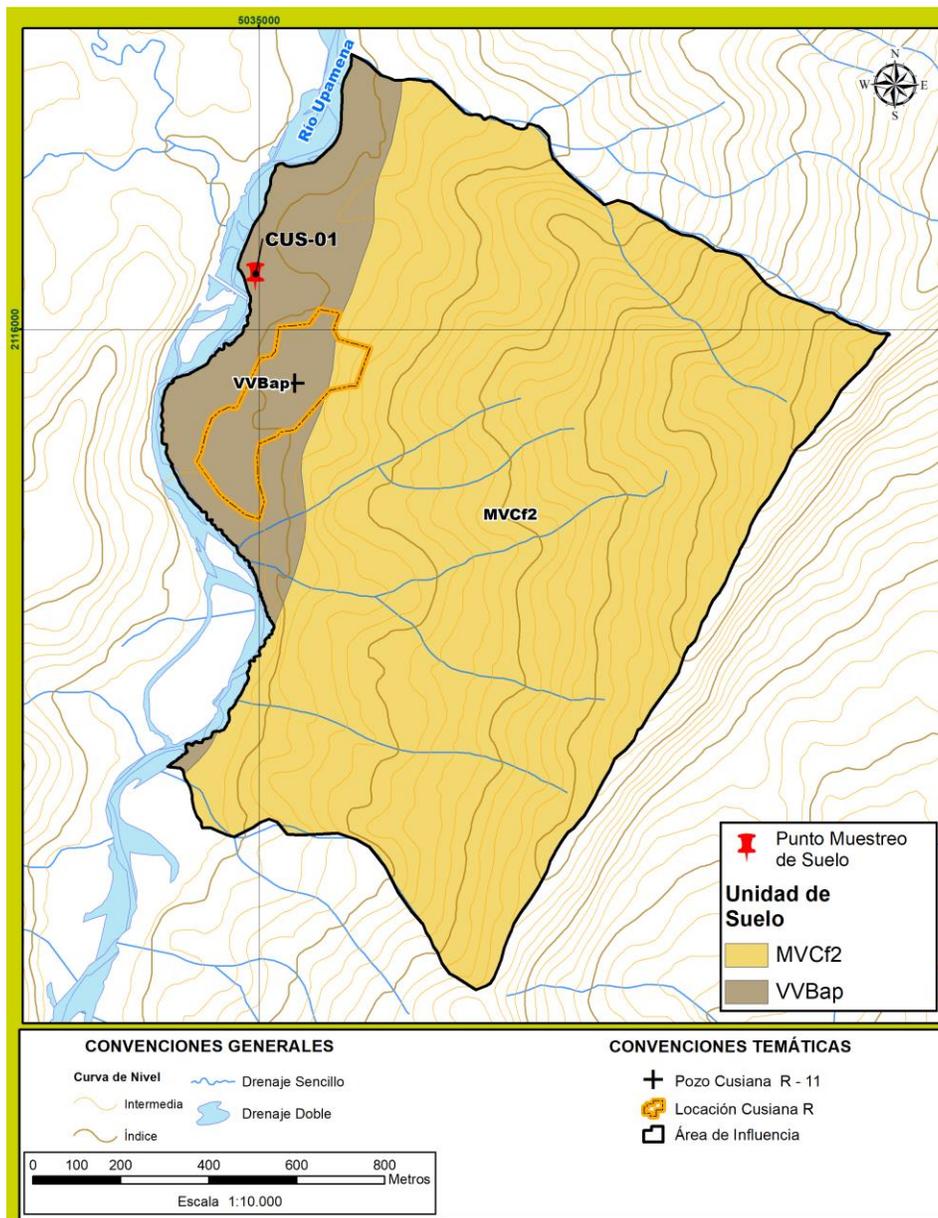
Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

Se realizaron verificaciones en los siguientes puntos y por medio del método organoléptico en campo se calificó la textura. Ver **Tabla 3-7**.

**Tabla 3-7 Verificaciones suelos del Pozo Cusiana R-11**

UNIDAD SUELOS	VERIFICACIÓN	TEXTURA	FECHA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
				E	N
MVCf2	X	FL	15 dic/21	5.034.865	2.114.962

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022



**Figura 3-11** Mapa de Suelos de la Modificación del Pozo Cusiana R

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

### 3.2.3.1 Uso Actual

Desde el punto de vista agrologico el término uso del suelo se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de coberturas, cíclica o permanentemente (IGAC, 1996). También, se define como la transformación y/o utilización que hace el hombre a una cobertura de la tierra con funcionalidad económica, social y ambiental (IGAC y UPRA, 2015)

A continuación, en la **Tabla 3-8** se presenta el uso actual, los tipos de uso actual con el área y el porcentaje que ocupan dentro del área de influencia.

**Tabla 3-8 Uso actual del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.**

USO ACTUAL	TIPO DE USO ACTUAL	SÍMBOLO	ÁREA (ha)	% ÁREA
Ganadería	Pastoreo Extensivo	PEX	30,59	16,20
Agroforestal	Silvopastoril	SPA	70,46	37,33
Forestal	Protección	FPR	77,20	40,90
Áreas para la Conservación	Áreas para la Conservación	CRE	7,20	3,81
Infraestructura	Transporte	TRA	0,11	0,06
	Piscicultura	PIS	0,17	0,09
Minería	Minerales Energéticos	MIN	3,04	1,61
TOTAL			188,75	100,00

Fuente: Antea Colombia SAS, 2022

### 3.2.3.2 Uso Potencial

El uso potencial o principal propuesto del suelo incluyó el análisis de los parámetros edáficos, climáticos, geomorfológicos, la recopilación de información primaria en campo sobre el estado actual de los suelos, los limitantes edáficos y los efectos negativos de las actividades productivas que en la actualidad se desarrollan en el área de influencia.

Teniendo en cuenta las características físicas, químicas y edafológicas se define el uso potencial de cada unidad presente dentro del área de influencia. A continuación, en la **Tabla 3-9** se presentan los usos y tipos de uso potencial.

**Tabla 3-9 Uso potencial del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.**

USO POTENCIAL	TIPO USO POTENCIAL	GRUPO MANEJO CAPACIDAD	UNIDAD SUELOS	SÍMBOLO	ÁREA	% ÁREA
Ganadería	Pastoreo Semi-intensivo	5s-1	VVBap	PSI	28,04	14,86
Forestal	Protección	7p-1	MVCf2	FPR	160,71	85,14

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

### 3.2.3.3 Conflictos de Uso

La definición de conflicto por uso del suelo se refiere a la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos. Para establecer los niveles de conflicto se compara el mapa de uso potencial con el de uso actual del suelo.

En los niveles de conflicto de uso se presentan tres situaciones: Correspondencia o equivalencia, subutilización del suelo y sobreutilización de este. Partiendo de esto, se tomó como base la "Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia" del IGAC. Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso del suelo.

Estos escenarios se dividen en los siguientes conflictos de uso del suelo y se distribuyen en el Programa Sísmico Llanos 99 de la siguiente manera. Ver **Tabla 3-10**

**Tabla 3-10 Conflictos de Uso del suelo en la Modificación del Pozo Cusiana R-11.**

TIPO DE CONFLICTO	SÍMBOLO	ÁREA (HA)	% ÁREA
Sin Conflicto	A	68,27	36,17
Subutilización Ligera	S1	4,21	2,23
Subutilización Moderada	S2	4,54	2,41
Subutilización Severa	S3	16,12	8,54
Sobreutilización Ligera	O1	26,19	13,88
Sobreutilización Moderada	O2	66,38	35,17
Sobreutilización Severa	O3	3,04	1,61
TOTAL			188,75

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

### 3.2.4 Hidrología

La caracterización del componente hidrológico considero inicialmente un área de influencia preliminar debido a que se requiere como un insumo del componente hidrogeológico para la elaboración del modelo hidrogeológico de la actividad objeto de la modificación. Para este insumo fue necesario considerar y caracterizar un área mayor con la finalidad de identificar la recarga de acuíferos por medio del balance hídrico.

La hidrología es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Por otro lado, se denomina hidrografía al estudio de todas las masas de agua de la Tierra y, en sentido más estricto, a la medida, recopilación y representación de los datos relativos al fondo del océano, las costas, las mareas y las corrientes, de manera que se puedan plasmar sobre una carta hidrográfica. No obstante, esta diferencia, los términos se utilizarán casi como sinónimos, ya que la parte de la hidrografía que interesa aquí es aquella que crea relieve, por lo tanto, la que está en contacto con la superficie terrestre, y por eso mismo la que es objeto de un análisis hidrológico<sup>8</sup>.

La red hídrica del área de estudio se caracterizó con base en la documentación secundaria correspondiente a: información hidrológica del área disponible en el Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2021), Estudio de Impacto Ambiental Actualizado Área de Pozos Cusiana R y Cusiana V (1998), POMCA Río Cusiana (2008) y la información primaria obtenida en el trabajo de campo realizado los días 10 al 14 de diciembre del 2021, en el área de estudio en donde se aplicará el EIA para la Modificación de la Licencia Ordinaria [Res. 0617/1994] del Proyecto Pozo Cusiana R-11., con la finalidad de identificar los cuerpos de agua superficial (lénticos y lóticos) existentes en el área de influencia.

#### 3.2.4.1 Principales drenajes a nivel regional

##### ➤ Unidad Hidrográfica I Río Upamena [3519-23]

El río Upamena nace en las estribaciones de la serranía Los farallones, sobre los 600 m.s.n.m. hace parte de la cuenca baja del río Cusiana hasta que desemboca en su parte plana en el río Cusiana. el cual es explotado para actividades agropecuarias de pequeña escala por varios hacendados de las veredas aledañas desde la vereda san miguel de farallones hasta Puente Cusiana.

La cuenca del río Upamena tiene un área de drenaje de aproximadamente 0,32 Km<sup>2</sup>, de forma muy alargada, con un tipo de drenaje regular, una densidad de drenaje de 3,44 y un índice de compactación de 1,58. En su recorrido el río Upamena tiene una longitud total de 11 Km hasta su desembocadura en el río Cusiana. Su recorrido principalmente es en dirección Noroeste – Sureste. El río Upamena a su vez recibe las quebradas la Barrosa, la Pedregosa y los caños las Vueltas y el Arenoso en la Vereda Upamena, y el caño el Diablo en la Vereda Alto Lindo

#### 3.2.4.2 Área de influencia

El área de influencia se encuentra limitada al costado occidental con el río Upamena y en costado norte y sur limitado por dos cuerpos de agua lóticos intermitentes. Adicionalmente se encuentran algunos cuerpos de agua lóticos menores intermitentes cerca de la locación. Respecto a los cuerpos de agua lénticos no se visualiza ningún cuerpo natural dentro del área solamente un par de piscinas de piscicultura cercanas y alguna infraestructura asociada a la locación R-11.

---

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala

### 3.2.4.3 Morfometría de unidades hidrográficas de análisis

Dentro del área de influencia la subcuenca río Cusiana y la Subzona hidrográfica río Upamena presentan los parámetros morfométricos para el río Upamena y para el área de observación establecida para el río Cusiana en la **Tabla 3-11**.

**Tabla 3-11 Parámetros morfométricos para el Río Cusiana y el Río Upamena**

TIPO DE PARÁMETRO	PARÁMETRO	VALOR		UNIDAD
		TRAMO RÍO CUSIANA	RÍO UPAMENA	
Parámetros de forma	Área	127,99	31,65	Km <sup>2</sup>
	Perímetro	45,24	31,68	Km
	Longitud axial	15,71	12,05	Km
	Ancho promedio de la cuenca	8,15	2,63	Km
	Factor de forma	0,52	0,22	-
	Coefficiente compacidad	1,12	1,58	-
	Índice de alargamiento	1,93	4,59	-
	Índice asimétrico	7,88	1,28	-
Parámetros de relieve	Índice de sinuosidad	0,87	1,29	-
	Altura máxima	773	889	m
	Altura mínima	245	314	m
	Diferencia de alturas	528	575	m
Parámetros de perfil	Pendiente drenaje	3,36	3,71	%
	Longitud cauce principal	13,70	15,52	Km
Parámetros de drenaje	Longitud de drenaje	291,40	100,48	Km
	Densidad drenaje	2,28	3,17	Km/Km <sup>2</sup>
	Tiempo de concentración	0,85	5,71	horas

\*El tramo del río Cusiana corresponde al área que abarca el área de modelación hidrogeológica.

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

### 3.2.4.4 Régimen hidrológico y caudales característicos de principales drenajes

Sobre el río Upamena no se identificaron estaciones hidrométricas de la Red Nacional de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM, razón por la cual no fue posible caracterizar el río Upamena empleando información sistémica, por ende, la cuantificación del recurso hídrico superficial se realizó con base en la utilización de correlaciones hidrológicas con rendimientos hídricos, por el método de trasposición de información de una cuenca a otra.

Teniendo en cuenta lo anteriormente presentado el caudal medio mensual para la estación Los Esteros es de 23 m<sup>3</sup>/s, el área de la cuenca de la estación Los Esteros es de 246,79 km<sup>2</sup> y el área de la cuenca donde se encuentra el área del proyecto es de 36,33 km<sup>2</sup>, el caudal medio mensual multianual calculado para el río Upamena es de 3,28 m<sup>3</sup>/s (**Tabla 3-12**).

**Tabla 3-12 Valores mínimos ,medios y máximos obtenidos para el área de influencia.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO MEDIO MULTIANUAL
<b>MAX</b>	6,6	5,2	6,7	32,2	53,6	62,8	60,9	44,0	33,9	39,9	41,3	12,7	33,3
<b>MED</b>	6,6	5,1	6,1	25,0	37,9	43,8	39,3	29,0	22,0	24,7	25,7	10,8	23
<b>MIN</b>	6,3	5,0	5,6	21,5	28,0	32,3	27,0	19,6	15,2	16,7	16,5	9,6	16,9

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

El régimen temporal es directamente proporcional al comportamiento de épocas secas y de lluvia según lo visualizado en la gráfica de precipitación con altos periodos de caudales entre abril y julio y unos bajos períodos entre diciembre y marzo.

#### 3.2.4.4.1 Caudal ambiental

Se tuvo en cuenta los caudales medios mensuales multianuales para los doce meses del año y a partir de la curva de duración de caudales medios diarios, se propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2.33 años. El valor de caudal ecológico obtenido es de 0,48 m<sup>3</sup>/s. (**Tabla 3-13**).

**Tabla 3-13 Caudal por calidad de agua para el área de influencia sobre el río Upanema.**

CA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO MEDIO MULTIANUAL
<b>Q medio (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,22	0,18	0,25	0,87	1,38	1,56	1,41	1,03	0,78	0,86	0,93	0,37	0,82

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

#### 3.2.4.4.2 Estimación oferta hídrica disponible

Una vez estimado los caudales por concepto de caudal ambiental el cual se estimó en el numeral anterior, se procede a estimar la oferta hídrica neta o disponible (Oh) la cual se estima como la resta de los caudales medios mensuales con los caudales por concepto de caudal ambiental y calidad del agua. En la **Tabla 3-14** se presenta el resultado obtenido.

**Tabla 3-14 Oferta Hídrica Disponible anual sobre el río Upanema**

OH	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO MEDIO MULTIANUAL
<b>Q medio (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,19	0,05	0,27	2,12	3,66	4,18	3,74	2,62	1,87	2,09	2,30	0,63	1,98

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

Los resultados obtenidos indican que en los meses de enero, febrero y marzo la oferta hídrica disponible corresponde a la más baja del año, siendo consecuente con el régimen climatológico de la cuenca del río Upanema.

#### 3.2.4.5 Balance hídrico de largo plazo

El IDEAM define el balance hídrico como el “Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de dicha cuenca o masa de agua”; es decir que el Balance Hídrico de largo plazo permite una aproximación general de la respuesta hidrológica (déficit o exceso de agua) de la unidad hidrográfica.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, en la **Tabla 3-15** se presentan los resultados del balance hídrico para el área de influencia.

**Tabla 3-15 Balance hídrico del área de influencia.**

BALANCE HÍDRICO													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura (°C)	27,0	27,8	27,6	26,6	26,1	25,4	25,3	25,8	26,2	26,4	26,4	26,4	26,4
Precipitación (mm)	24,8	40,2	134,4	334,5	440,6	424,0	380,9	324,7	318,9	311,8	199,8	60,0	2994,7
Índice de Calor	12,8	13,4	13,3	12,5	12,2	11,7	11,6	12,0	12,2	12,4	12,4	12,5	149,1
Evapotranspiración Potencial (ETPp)	145,1	147,1	159,1	136,8	133,7	117,9	118,9	127,2	128,1	134,7	129,6	134,8	1612,9
Exceso de agua	0,0	0,0	0,0	97,7	307,0	306,1	262,0	197,5	190,8	177,1	70,2	0,0	1608,4
Déficit de agua	95,1	106,9	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	226,6
Evapotranspiración Real (ETPr)	50,0	40,2	134,4	136,8	133,7	117,9	118,9	127,2	128,1	134,7	129,6	134,8	1386,3

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

Como se puede observar, en el área de estudio se tiene un comportamiento monomodal de la precipitación entre los meses de abril a noviembre, que al exceder los niveles de la evapotranspiración potencial (ETPp), el comportamiento de la evapotranspiración real (ETPr) sea

igual, lo que ocasiona escurrimiento y constitución de reservas y un período de excedencia hídrica; por el contrario en los meses de enero a marzo como los niveles de precipitación se encuentran por debajo de los niveles de ETPp, contribuyen a que se genere un periodo de déficit.

### 3.2.4.5.1 Recarga de acuíferos.

En la **Tabla 3-16** se muestra la precipitación, la escorrentía superficial total mensual obtenida junto con el valor de recarga determinado.

**Tabla 3-16 Recarga de acuíferos**

BALANCE HÍDRICO (R)													
Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Precipitación	25	40	134	334	441	424	381	325	319	312	200	60	2995
Evapotranspiración potencial	145	147	159	137	134	118	119	127	128	135	130	135	1613
Escorrentía	10	17	56	139	183	176	158	135	133	130	83	25	1245
Recarga	-	-	-	59	124	130	104	63	58	47	-	-	584

Fuente: Antea Colombia S.A.S., 2022

Para el área de recarga del área de estudio se tiene únicamente para los meses de abril a octubre valores de recarga de acuíferos siendo el valor máximo en el mes de junio con 130 mm y el valor mínimo para el mes de octubre con 47 mm.

### 3.2.5 Calidad de agua

La caracterización de calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica del agua superficial realizada para el proyecto “Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la construcción y operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11”, se basó en un análisis local y regional que contempla la dinámica hídrica de la zona de estudio; en la cual, las diferentes quebradas afluentes del río Upamena, que finalmente drenan sus aguas al río Cusiana, permiten entender y analizar cómo se comporta la calidad del recurso hídrico. Este análisis se efectuó en puntos aguas arriba y aguas abajo para establecer una condición previa que permita validar que con el desarrollo del proyecto no se genera un impacto aguas abajo del mismo.

Los puntos evaluados aguas arriba del área de solicitud de modificación de licencia, fueron: Quebrada - Río Upamena (Sup 11), Río Upamena (Sup 1) y Río Upamena (Localización R-11 Punto 1) Sup 2. Así mismo, los puntos de muestreo identificados como Río Upamena - Localización R-11 Punto 2 (Sup 3), Río Upamena - Bañadero V8 (Sup 4) y Río Upamena – Desembocadura (Sup 6), permiten analizar la variación de la calidad del recurso inmediatamente después del área de intervención del proyecto, así como aguas abajo el río Upanema, el cual se alimenta de diferentes sistemas hídricos y finalmente desemboca en el río Cusiana.

Por su parte, sobre el cauce del río Cusiana, se incluyeron puntos de monitoreo tanto aguas arriba de la desembocadura del Río Upamena (Sup 5), así como puntos aguas abajo de la desembocadura del río Upamena, como lo son: Río Cusiana - Aguas Abajo desembocadura Upamena (Sup 10), Río Caja Aguas arriba desembocadura (Sup 7), Río Cusiana – Finca Santo Domingo (Sup 9) y Río Cusiana - Aguas Abajo desembocadura río Caja y Upamena (Sup 8). El monitoreo de estos puntos permite determinar el estado de las aguas que trae el río Cusiana, previa a la desembocadura del río Upamena, y si la calidad fisicoquímica se modifica con la recepción de estas aguas.

#### 3.2.5.1 Monitoreo y caracterización

En la Tabla 3-17 se presenta los puntos de monitoreo evaluados en el marco del presente proyecto. Para efectos prácticos de redacción dentro del documento, los puntos se referenciarán como se presenta en esta tabla, en la columna *Denominación*, correspondiendo en punto y en coordenadas conforme se relacionan a continuación.

**Tabla 3-17 Puntos de monitoreo de agua superficial en el área de estudio del proyecto**

DENOMINACIÓN	PUNTO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
Sup 1	Río Upamena	5035217,64	2117051,455	5°03'33.41"	72°40'55.75"O
Sup 2	Río Upamena - Localización R-11 punto 1	5035009,305	2116347,861	5°03'10.49"	72°41'2.53"O
Sup 3	Río Upamena - Localización R-11 punto 2	5034889,058	2115512,023	5°02'43.26"	72°41'6.45"
Sup 4	Río Upamena - Bañadero V8	5034398,706	2113664,97	5°01'43.09"	72°41'22.41"
Sup 5	Río Cusiana - Aguas Arriba desembocadura Upamena	5033914,715	2113295,194	5°1'31.05"	72°41'38.14"
Sup 6	Río Upamena - Desembocadura	5034379,589	2113087,005	5°01'24.26"	72°41'23.04"
Sup 7	Río Caja - aguas arriba desembocadura	5033668,284	2112383,795	5°01'1.36"	72°41'46.16"
Sup 8	Río Cusiana - Aguas Abajo desembocadura río Caja y Upamena	5036998,409	2110545,655	5°00'1.42"	72°39'58.00"
Sup 9	Río Cusiana - Aguas Abajo desembocadura río Caja	5034564,641	2111657,705	5°00'37.69"	72°41'17.05"
Sup 10	Río Cusiana - Aguas Abajo desembocadura Upamena	5034485,428	2112531,813	5°01'6.17"	72°41'19.61"
Sup 11	Quebrada - Río Upamena	5035466,714	2117517,81	5°03'48.60"	72°40'47.65"

*Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., Año 2021*

El desarrollo del monitoreo y la interpretación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras tomadas durante la etapa de campo fue ejecutado por AMBIENCIQ INGENIEROS S.A.S. (laboratorio acreditado por el IDEAM bajo la Resolución 1329 del 27 de noviembre de 2020 y la Resolución 0294 del 12 de abril de 2021). Todas las metodologías aplicadas en campo corresponden a lo descrito en APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 23<sup>nd</sup> (2017).

### 3.2.5.2 Conclusiones

A continuación se presenta las conclusiones del análisis de la caracterización de la calidad del agua en el área de influencia.

- Los caudales oscilaron entre los 6,7 l/s y 83407,9 l/s, siendo reportadas zonas con bajo flujo de corriente y/o secas, propias de la época climática analizada.

- La fluctuación de la temperatura se dio entre 23,68°C y los 31,49°C, comportamiento asociado a las condiciones climáticas de la zona y a la morfología de los cuerpos de agua, infiriendo que esta variable está directamente influenciada por factores climáticos, descartando afectaciones de naturaleza térmica.
- Para el Oxígeno Disuelto, se tuvieron valores comprendidos entre 1,9 mg/L y 5,23 mg/L. Los puntos con concentraciones bajas de oxígeno corresponden a los cuerpos de agua con mayor temperatura, como consecuencia del incremento de la actividad biológica por las elevadas temperaturas, propias de la época seca. Sup 3, Sup 4, Sup 1, Sup 6, Sup 9, Sup 2 y Sup 11 se encuentran por debajo de los límites establecidos para preservación de fauna y flora.
- El pH varió entre las 7,12 Unidades, y las 8,09 Unidades, correspondiendo todos a sistemas hídricos básicos, esta tendencia se encuentra relacionada con la composición y las características minerales de los suelos por los cuales discurren las aguas contenidas en estos cuerpos.
- La conductividad se ubicó dentro del rango de los 24  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 135  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valores bajos que se encuentran dentro de lo normal para la mayoría de las aguas dulces y que, en sus máximos, coinciden con los valores más altos reportados para los Sólidos Disueltos Totales, en Sup 9 y Sup 5.
- Los Cloruros se ubicaron por debajo del límite de detección de la técnica empleada. Lo que indica que, en cuanto a este parámetro, las aguas pueden usarse en actividades domésticas y consumo humano.
- Se descarta contaminación por fuentes exógenas de Sulfatos, Fosfatos y Fluoruros, al reportarse valores mínimos o por debajo del límite de cuantificación.
- Los valores para SST variaron desde indetectables (<6 mg/L) hasta 150 mg/L. Los sólidos totales se movieron entre los 20 mg/L y 217 mg/L. Los sitios de mayor concentración de SST y ST fueron Sup 8 y Sup 9. Estos valores pueden estar asociados a las actividades de reparación de un puente vehicular a la presencia de ganado que se presentan en las zonas aledañas a estos puntos. Los valores máximos de turbiedad coinciden con los más altos de SST. Todos los puntos monitoreados se encuentran por debajo del límite máximo establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4 (10 UJT) concerniente a la destinación de las aguas para consumo humano y uso doméstico.
- Los sólidos sedimentables oscilaron entre valores indetectables por la técnica analítica empleada, <0,1 mg/L, hasta 0,3 mg/L. Los Sólidos Suspendidos Inorgánicos, reportaron un rango entre valores indetectables, < 6 mg/L y 121 mg/L. coincidentes con los puntos más altos de SST.
- La DBO<sub>5</sub> se ubicó por debajo del valor mínimo detectado por el método empleado, al igual que el COT, indicando ausencia de contaminación por presencia de materia orgánica en todos los puntos evaluados.
- Los valores de alcalinidad en los puntos evaluados estuvieron dentro del rango de 10,8 mg/L y 31,4 mg/L. Las concentraciones de bicarbonatos correspondieron a los valores replicados de la alcalinidad. En cuanto a la Acidez, todos los puntos registraron valores ubicados por debajo del límite de cuantificación del método empleado, <9,99 mg/L.
- Los valores de dureza cálcica y total fueron menores al límite de cuantificación, lo que indica aguas blandas y biológicamente poco productivas, al contar con una dureza entre los 0 mg/L y 75 mg/L.
- Las concentraciones reportadas para los Nitratos oscilaron entre 0,031 mg/L y 0,657 mg/L. Los valores superiores a 1 mg/L reportados en Sup 7, Sup 8 y Sup 11, indican polución por nitratos en estos cuerpos de agua, por cuenta de actividades mineras y ganaderas en la zona. Los Nitritos, registraron valores que oscilaron entre indetectables (<0,00300 mg/L), hasta 0,007 mg/L.

Al ser, estos últimos menores que los primeros, se infieren procesos de oxidación continuos y ausencia de contaminación por este tipo de compuestos.

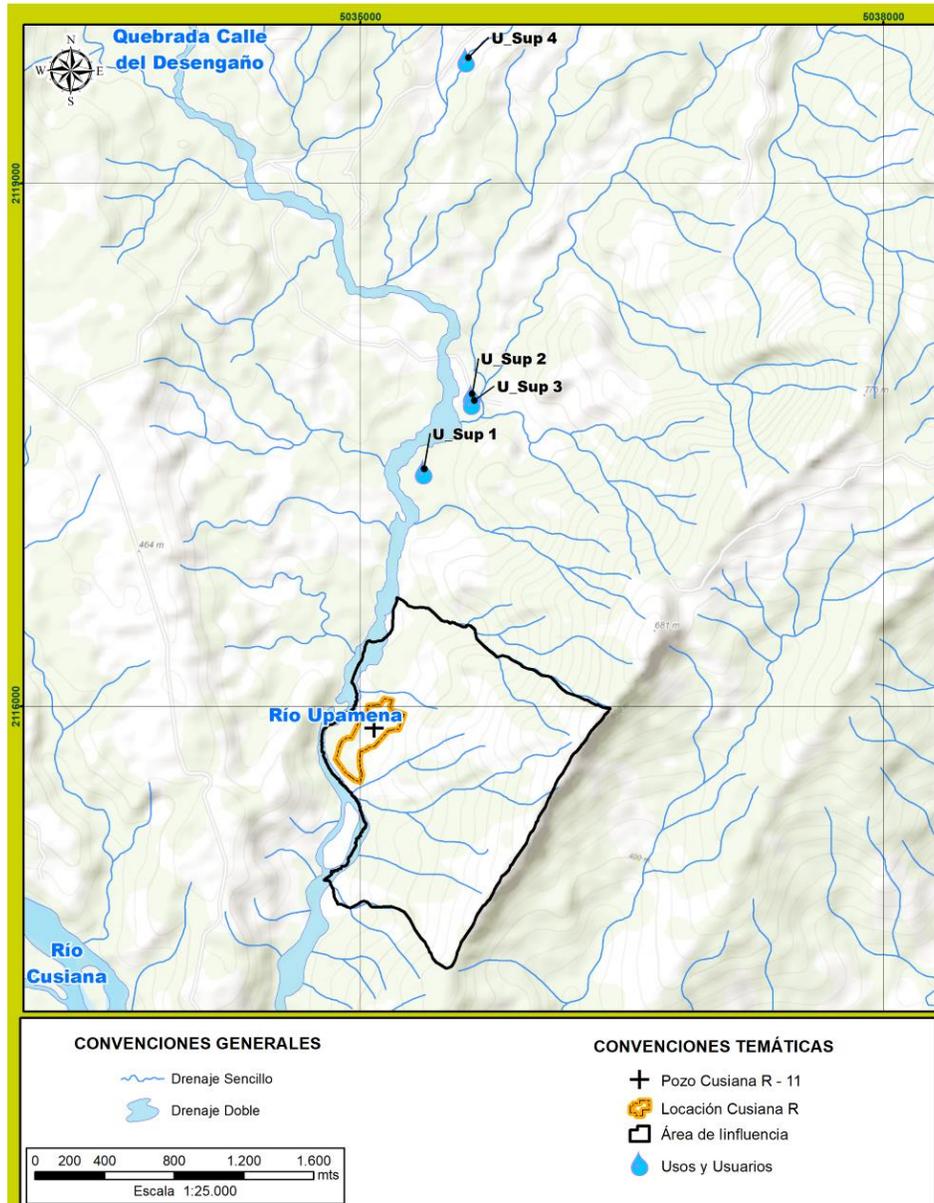
- El Nitrógeno Amoniacal presentó registros entre 0,91 mg/L y 1,86 mg/L. Se presume contaminación directa o difusa por llegada de excretas de ganado al agua en Sup 11 y Sup 2. La cantidad de Nitrógeno Total osciló entre los 2,33 mg/L y 3,64 mg/L. su registro en las muestras, indica vertimientos de origen doméstico. Algunos de los puntos con marcaje alto para nitrógeno coinciden con los más bajos de oxígeno, situación dada por la alta demanda de oxígeno por parte de los procesos de nitrificación de los compuestos nitrogenados.
- El Fósforo Orgánico, el Fósforo Hidrolizable Total y el Fósforo Total, reportaron valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica empleada (<0,0500 mg/L) en la totalidad de los puntos evaluados. Los ortofosfatos reportaron concentraciones contenidas dentro del rango de lo <0,0500 mg/L y los 0,093 mg/L. Los valores reportados indican ausencia de contaminación en las aguas por presencia de estos compuestos.
- El fenol reportó valores, por debajo del límite de cuantificación (<0,01 mg/L) y 0,0251 mg/L. Grasas y Aceites, arrojaron indetectables en la totalidad de puntos muestreados. los Hidrocarburos Totales del Petróleo y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos Totales reportaron valores por debajo del límite de detección, <0,00400 mg/L, en la totalidad de los puntos evaluados sugiriendo que, la calidad del agua de estos ecosistemas no ha sido afectada por vertimientos que contengan estos compuestos.
- Los valores de BTEX, se ubicaron por debajo de los límites de detección de la técnica analítica usada (<0,005 mg/l), en todos los puntos de monitoreo, indicando que los afluentes ubicados dentro del área de influencia del proyecto no están siendo impactados por este tipo de sustancias.
- Los reportes de los Pesticidas Organofosforados se ubicaron por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica (<0,0010 mg/L). Las mediciones de los POC arrojaron registros inferiores a lo detectado por la analítica empleada, (<0,0003 mg/L), en todos los sistemas hídricos evaluados, lo que indica que los cuerpos de agua bajo la influencia del proyecto no están siendo afectados por este tipo de compuestos.
- En cuanto a los resultados de los metales que se encuentran contemplados en el Decreto 1076 de 2015 como, selenio, cromo total y hexavalente, cobre, bario, vanadio, berilio, zinc, cobalto, manganeso, molibdeno, níquel, reportaron concentraciones indetectables por medio de las técnicas empleadas para su análisis, cumpliendo en todos los casos con los límites establecidos por la normatividad ambiental.
- El contenido de aluminio en los cuerpos de agua monitoreados osciló entre 0,0261 mg/L y 0,272 mg/L. La presencia de cadmio se reportó para los puntos Sup 2 y Sup 11, en concentraciones de 0,001 mg/L. El arsénico se reportó en los puntos Sup 4 y Sup 9, con un valor de 0,001 mg/L. El mercurio se reportó en el punto Sup 6, a una concentración de 0,002 mg/L. El plomo registró concentraciones de 0,00100 mg/L en Sup 6. Los registros de boro variaron entre 0,089 mg/L y 0,118 mg/L. Ninguno de estos valores superan los límites estipulados en el decreto comparativo, por lo que el recurso puede destinarse a actividades domésticas, agropecuarias y consumo humano, previo tratamiento convencional y desinfección.
- El antimonio y el berilio reportaron valores por debajo del límite de cuantificación, <0,400 mg/L y <0,0500 mg/L, lo que indica ausencia de afectación del recurso por estos elementos.
- El hierro reportó variaciones entre indetectables <0,100 mg/L y 0,337 mg/L. Las concentraciones de Color Aparente oscilaron entre 17,3 UPC y 860 UPC. Los valores de hierro no superan los límites estipulados en la norma.
- El calcio fluctuó entre indetectables (<0,100 mg/L) y 1,346 mg/L. Para el magnesio, las concentraciones oscilaron entre inferiores al límite de cuantificación (0,00100 mg/L) y 0,652

mg/L. El sodio reportó concentraciones que oscilaron entre el límite inferior de la técnica (<0,500 mg/L) y 12,09 mg/L. las concentraciones de potasio se movieron entre no detectadas por la técnica (<0,0500 mg/L) y 1,09 mg/L. Las variaciones de calcio, sodio, magnesio y potasio dependen de posibles vertimientos de origen agrícola, los cuales incrementan o reducen sus concentraciones debido a la ausencia de corriente y/o tributarios, que aumenten sus valores.

- Los valores de cianuro reportados para los 11 puntos evaluados se ubicaron por debajo del límite de detección de la técnica (<0,10 mg/L), es decir, que, en cuanto a este parámetro, el recurso de estos afluentes no representa riesgo para su uso doméstico y consumo humano
- Los reportes de SAAM obtenidos se ubicaron por debajo del límite de cuantificación (<0,100 mg/L), lo que indica cumplimiento de la norma en sus artículos referentes al uso doméstico y consumo humano (0,5 mg/L) y ausencia de contaminación por sustancias relacionadas con estos compuestos.
- Los coliformes fecales marcaron registros de indetectables por la técnica empleada (<1 NMP/100mL) en 10 de los puntos monitoreados y 300 NMP/100mL en Sup 4, asociado a la presencia de perros y actividades antrópicas en la zona. Los valores de Coliformes Totales fluctuaron entre los 410 NMP/100mL y 42200 NMP/100mL. En cuanto a normatividad, el recurso deberá someterse a tratamiento convencional y desinfección antes de destinarse a uso doméstico, consumo humano o actividades pecuarias.
- El Índice de Calidad e Aguas Superficiales oscilo entre 0,55 y 0,74, dando como resultado aguas de calidad regular en Sup 5, Sup 7, Sup 8, Sup 4 y Sup 9, atribuido a las bajas concentraciones de oxígeno y altas de Sólidos Suspendidos. En contraste, los puntos Sup 1, Sup 10, Sup 3, Sup 2, Sup 11 y Sup 6, contienen recurso de calidad Aceptable, al contar con concentraciones de sólidos suspendidos más bajas que las del grupo anterior.
- El Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI), presentó valores entre 0,01 y 0,13, es decir, contaminación muy baja. El Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos indica contaminación baja en Sup 8 y Contaminación media en Sup 9, los puntos reportaron contaminación muy baja. Para la Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO), se tiene que Sup 2; Sup 5; Sup 10 y Sup 11 presentan contaminación baja, mientras que Sup 1; Sup 3; Sup 4; Sup 6; Sup 7; Sup 8 y Sup 9 se califican como cuerpos de agua con contaminación media. El Índice de Contaminación Trófica fue de 0,05 en todos los puntos, por lo que pueden valorarse como cuerpos de agua eutróficos.
- Las aguas de los puntos Sup 1, Sup 2 y Sup 3, ubicados dentro del área de influencia, no presentan afectaciones por presencia de sustancias contaminantes, reporta bajas concentraciones de sólidos y demás parámetros dentro de los límites permitidos por la normatividad. Salvo por el oxígeno que se encuentra por debajo de los límites mínimos para la preservación de la fauna y flora y los coliformes totales que impiden destinar el recurso para uso doméstico y consumo humano sin que sea sometido a tratamiento convencional de potabilización y desinfección.

### 3.2.6 Usos del agua

Teniendo en cuenta que se debe identificar los usos actuales y potenciales de los cuerpos de agua de directa intervención por el uso y aprovechamiento del recurso y de aquellos presentes en el área de influencia y que estén expuestos a los posibles impactos por el desarrollo del proyecto, se realizó el levantamiento de información de usos y usuarios cercanos al área de estudio los cuales se presentan en la Figura 3-12, sin embargo, es importante aclarar que por la distancia a la que se encuentran los usos y usuarios identificados no se relacionan para el área de influencia del presente proyecto



**Figura 3-12 Ubicación geográfica Usos y Usuarios**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

### 3.2.7 Hidrogeología

El principal objetivo de la caracterización hidrogeológica es establecer el potencial de las rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, la productividad de los acuíferos, su geometría y extensión, los usos y usuarios, la calidad del agua, la vulnerabilidad de los acuíferos a ser adversamente contaminados, y en general describir el funcionamiento del sistema hidrogeológico, para valorar la posible afectación del recurso hídrico subterráneo, frente a las actividades que se deriven del proyecto.

#### 3.2.7.1 Síntesis geológica

Específicamente en el Área de Influencia del Proyecto se presentan rocas Neógenas de la Formación Diablo (N1d), que conforman una ladera estructural con rumbo N40°E y buzamiento entre 30° y 50° NW. Hacia el costado occidental del área de estudio, estas rocas se hallan cubiertas parcialmente por Depósitos Fluviales Sub-recientes (Qfs) asociados al río Upamena, que drena en sentido NE-SW.

#### 3.2.7.2 Inventario de puntos de agua subterránea

En la **Tabla 3-18** se resumen las características de los puntos de agua subterránea inventariados, en donde se incluye el número de puntos por tipo, los valores de profundidad, caudal de explotación y nivel de la tabla de agua.

**Tabla 3-18 Resumen de las características de los puntos de agua subterránea**

TIPO DE PUNTO	NÚMEROS DE PUNTOS	PROFUNDIDAD (m)	CAUDAL DE SURGENCIA (l/s)	NIVEL DE LA TABLA DE AGUA (m)
Manantiales	22	N.A	0,015 – 1,39	Superficie del terreno
Aljibes	1	6,7	N.A	0,7
Jagüeyes que cortan el nivel de la tabla de agua	5	1,0 - 4,0	N.A	0,3 – Superficie del terreno
Total	28			

N.A.: No aplica

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

En relación con las posibles fuentes de contaminación, en ningún manantial se evidencian basuras en cercanías de estos, puesto que la distancia entre las viviendas y los puntos de surgencia es considerable; sin embargo, los manantiales que son usados para abrevar directamente pueden resultar afectados por las heces del ganado.

Con respecto a las fuentes potenciales de contaminación, se evidenció para el jagüey J001 la ubicación de un pozo séptico a 7 m y a 10 m el área donde se incineran las basuras. De igual manera, en el jagüey J002 hay estiércol de ganado en el sitio

En relación con las posibles fuentes de contaminación, el aljibe no se encuentra cerca puntos de depósitos de basuras, ni charcas estancadas, no obstante, no tiene una cubierta adecuada y poca altura en superficie, lo que posibilita una contaminación de agua lluvia en el punto revisado.

#### 3.2.7.3 Unidades hidrogeológicas

Hidrogeológicamente el área de evaluación hace parte de la denominada provincia hidrogeológica de la Orinoquía. Las unidades de importancia hidrogeológica en el Área de Influencia del Proyecto se relacionan principalmente con el Acuífero de la Formación Diablo (N1d) y en menor proporción con los Depósitos Fluviales Sub-recientes (Qfs), que conforman acuíferos por porosidad primaria de mediana a baja productividad. Igualmente, en los alrededores de la zona de evaluación afloran otras

rocas terciarias y depósitos cuaternarios que constituyen acuíferos de mediana a baja productividad o con limitados recursos de agua subterránea (ver **Tabla 3-19**).

**Tabla 3-19 Unidades hidrogeológicas en el Área de Influencia del Proyecto y alrededores**

SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	ÁREA DE INFLUENCIA		
			Ha	%	
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR</b>					
Acuíferos de mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m	Sistemas acuíferos continuos, de extensión regional, multicapa, conformados por rocas neógenas depositadas en un ambiente marino lagunar con influencia deltaica, que constituyen acuíferos de tipo confinado a libre. Almacenan aguas dulces para cualquier uso.	Qab	Depósitos de Flujos Torrenciales – abanicos aluviales	No afloran dentro del Área de Influencia	
		Q1c	Formación La Corneta		
		N1c	Formación Caja		
		N1d	Formación Diablo	182,22	96,62
Acuíferos de baja productividad, capacidad específica entre 0,05 a 1,0 l/s/m	Sistemas acuíferos discontinuos, de extensión local, conformados por sedimentos cuaternarios de origen fluvial, que constituyen acuíferos de tipo libre, limitados por su espesor y extensión. Almacenan aguas dulces, que requieren tratamiento dependiendo del uso.	Q2a1	Depósitos Fluviales Actuales de Cauces Menores	No afloran dentro del Área de Influencia	
		Q2a2	Depósitos Fluviales Actuales de Cauces Mayores		
		Qfs	Depósitos Fluviales Sub-recientes	6,38	3,38
		Qfa	Depósitos Fluviales Antiguos	No afloran dentro del Área de Influencia	
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>					
Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0,05 l/s/m. Acuitardos.	Complejo de rocas lutíticas de edad Terciaria de origen marino a transicional, consolidada. Se comportan básicamente como acuitardos.	Tml	Formación León	No aflora dentro del Área de Influencia	
<b>Total</b>			<b>188,60</b>	<b>100</b>	

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

#### 3.2.7.4 Direcciones de flujo del agua subterránea

Para estimar la dirección de flujo del agua subterránea local o somero, se tuvo en cuenta la elevación del punto de surgencia de los manantiales inventariados, considerando que esta representa la intersección de la tabla de agua con la superficie topográfica, también se utilizaron los datos de elevación del nivel de la tabla de agua de los jagüeyes y aljibes. La elevación topográfica de estos puntos se midió con un geoposicionador satelital y se interpolaron los datos de altura para obtener la elevación de la superficie piezométrica y las direcciones de flujo.

Los flujos locales siguen de manera general la superficie topográfica, dirigiéndose desde las áreas más elevadas hacia las más bajas, convergiendo hacia el río Upamena. Dentro del Área de Influencia del Proyecto tienen sentido general NE-SW, con algunas variaciones locales hacia otros drenajes menores, especialmente hacia el costado norte. Al sur, fuera del Área de Influencia, las direcciones de flujo tienen una tendencia general NW-SE siguiendo la pendiente del terreno en la misma dirección que el río Cusiana.

#### 3.2.7.5 Zonas de recarga y descarga

Se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero agua procedente del exterior por el contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la

lluvia (la más importante en general) y de las aguas superficiales, hasta la transferencia desde otro acuífero, si los mismos son externos al acuífero o sistema acuífero en consideración<sup>9</sup>.

En el presente estudio se tuvieron en cuenta las características litológicas de las unidades aflorantes en el área de evaluación, según las cuales se tendrían áreas de recarga constituidas por formaciones sedimentarias, multicapa de mediana capacidad de infiltración (AIT2), relacionadas con la Formación Diablo (N1d) y sedimentos no consolidados de mediana capacidad de infiltración (AIT1), asociado a los Depósitos Fluviales Sub-recientes (Qfs). También se infiere el aporte de agua proveniente del río Upamena, principalmente durante periodo climático lluvioso.

La descarga natural se da por medio de los manantiales, así como el aporte al flujo base en periodo climático seco hacia el río Upamena. En el Área de Influencia del Proyecto no se inventariaron pozos, ni aljibes (existe uno pero se halla en reserva), por lo cual, no se presenta descarga artificial.

Mediante el balance hídrico realizado mediante el método de Thornthwaite, cuyo desarrollo y análisis se presenta con detalle en el numeral 3.1.4 Hidrología.

#### 3.2.7.6 Calidad del agua subterránea y caracterización hidrogeoquímica

En general, la calidad del agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puedan causar cada uno de los elementos que contiene o el conjunto de todos ellos, permitiendo establecer las posibilidades de su utilización, clasificándola de acuerdo con los límites estudiados de uso para bebida, usos agrícolas, industriales, etc.<sup>10</sup>.

Para la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea en el Área de Influencia del Proyecto, se estableció una red de monitoreo conformada por 15 puntos seleccionados a partir del inventario de puntos de agua subterránea realizado para el presente estudio, de los cuales uno (1) es aljibe y 14 son manantiales. Dentro del Área de Influencia del Proyecto se hallan cuatro (4) manantiales (M009, M020, M022 y M026) y los puntos restantes se ubican en los alrededores de esta en un radio de 3 km.

De los resultados analíticos se infiere:

- En general las aguas son turbias sobrepasando ligeramente los límites permisibles, lo cual podría asociarse a la presencia de coloides orgánicos naturales y presencia de hierro en bajas concentraciones; también podría relacionarse con el arrastre de sólidos que por escorrentía podrían tener contacto con los puntos de agua subterránea, modificando también el parámetro color aparente.
- La presencia de fenoles totales sobrepasa ligeramente los límites permisibles, su presencia en el agua está relacionada con la descomposición de materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos, y con procesos de contaminación por desechos industriales, aguas servidas, fungicidas y pesticidas, hidrólisis y oxidación de pesticidas organofosforados, degradación bacteriológica de herbicidas, entre otros<sup>11</sup>. Otros indicadores de afectación a la calidad por procesos industriales como presencia de Grasas y aceites, TPH o metales pesados no se identificaron en las muestras de agua sobrepasando los límites permisibles, y dado que la mayoría de los puntos corresponden a manantiales, el origen de los fenoles se podría asociar con la descomposición de la materia orgánica.

<sup>9</sup> CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. Óp. cit., p. 2290.

<sup>10</sup> CUSTODIO E., LLAMAS M. R. Hidrología Subterránea. Segunda edición. Barcelona: Omega, 2001. p 1.884-1.885.

<sup>11</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – CEPIS. Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de desinfección rápida. Manual I: Teoría, Tomo I. Lima Perú. 2004., p31.

No se evidencian diferencias importantes en las características fisicoquímicas entre las unidades acuíferas terciarias (formaciones Caja, Diablo y León), y los Depósitos cuaternarios, lo cual podría deberse a que estas unidades se han lavado en superficie con agua dulce disminuyendo la concentración de minerales, de igual manera se recargarían en los niveles superficiales desde la precipitación directa y local.

### 3.2.7.7 Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

La evaluación de la vulnerabilidad intrínseca se enfoca hacia los acuíferos más someros, en su parte más superficial, ya que se considera que las características de la zona no saturada son las que finalmente determinan el grado de protección, porque son los más susceptibles a ser afectados adversamente por una carga contaminante, puesta en la superficie del terreno y una vez contaminados, este fenómeno se puede inducir fácilmente hacia los horizontes inferiores.

Para estimar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas existen diferentes métodos, de los cuales podrían mencionarse: 1) métodos de índice y superposición, los cuales evalúan la vulnerabilidad de manera cualitativa y relativa; 2) los modelos de simulación, que cuantifican el tiempo de viaje de la sustancia hasta la superficie del agua y requieren gran cantidad de información y 3) los modelos estadísticos, donde la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad a la contaminación<sup>12</sup>.

Para la determinación y mapeo de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación para el área de evaluación, se empleó el método DRASTIC que corresponde a un método de índice y superposición, que involucra varios parámetros de evaluación y es un método más robusto que el método GOD, por lo tanto y dado que se cuenta con información adquirida durante la presente evaluación, se usó dicho método para reducir la incertidumbre en la zonificación.

#### 3.2.7.7.1 Zonificación de la vulnerabilidad de los acuíferos

La vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación en el Área de Influencia del Proyecto se categorizó principalmente como moderada y en menor proporción alta. No se presentaron áreas de vulnerabilidad muy baja, baja, ni muy alta (**Tabla 3-20**).

**Tabla 3-20 Grados de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación en el Área de Influencia del Proyecto**

Grado de vulnerabilidad	Índice DRASTIC	Área de Influencia del Proyecto	
		Ha	%
Alta	147 - 175	1,97	1,05
Moderada	127 - 146	186,63	98,95
<b>Total</b>		<b>188,60</b>	<b>100</b>

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

Como se mencionó anteriormente la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca se enfoca hacia los acuíferos más someros, en su parte más superficial, porque son los niveles más susceptibles para afectar por una carga contaminante.

Por lo anterior, las variaciones en la distribución de la vulnerabilidad están dadas por las características litológicas de los acuíferos, que influyen a su vez en las características de la zona no saturada y la conductividad hidráulica, e igualmente por la textura de los suelos y las pendientes.

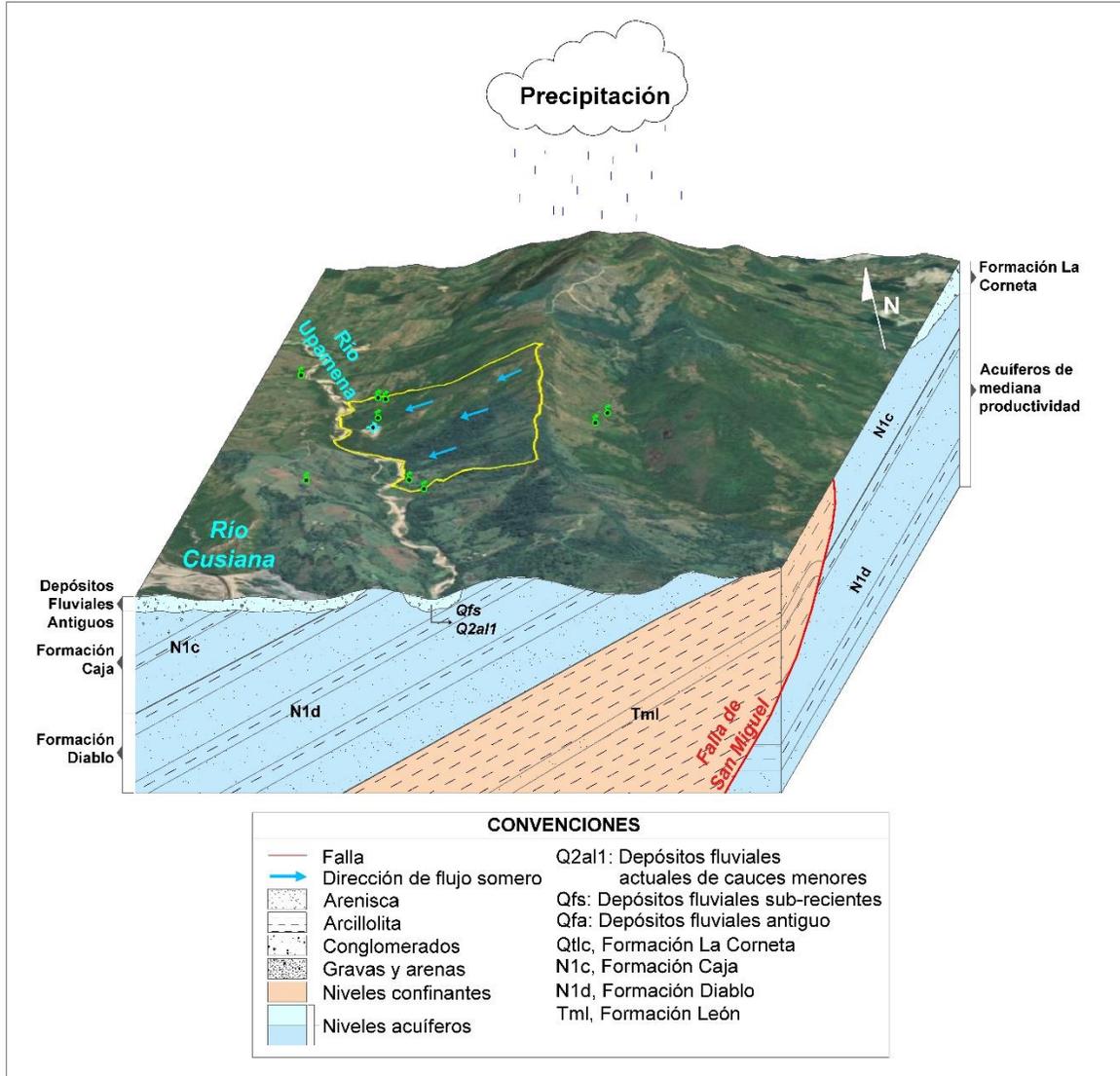
<sup>12</sup> BOLETÍN DE CIENCIAS DE LA TIERRA. Vulnerabilidad a la contaminación, zona sur acuífero del Valle del Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 2008. p. 69-84.

Las zonas con vulnerabilidad moderada ocupan el 98,95% del Área de Influencia del Proyecto, se presentan principalmente en el acuífero de la Formación Diablo, conformado por intercalaciones de arenitas y arcillolitas, asociadas a suelos de texturas franco arcillosas, también se relaciona con el Acuífero de los Depósitos Fluviales Sub-recientes, conformados por cantos y quijos embebidos en una matriz de carácter arcillo-arenoso, clasto o matriz soportados y donde los suelos son de textura franca a arenosa franca. Estas áreas podrían ser vulnerables a contaminantes relativamente móviles y/o persistentes o bien, a eventos de contaminación continuos, causados durante largos periodos de tiempo

Las zonas de alta vulnerabilidad ocupan el 1,05% del Área de Influencia del Proyecto, se relacionan con parte del acuífero de los Depósitos Fluviales Sub-recientes, en sectores donde las pendientes son más bajas (0-6%), permitiendo, por tanto, mayor posibilidad de infiltración de cualquier sustancia potencialmente contaminante; en consecuencia, estas áreas podrían ser vulnerables a muchos contaminantes, excepto a aquellos que son rápida y fácilmente degradables.

#### 3.2.7.8 Modelo hidrogeológico conceptual

En la **Figura 3.2-13** se presenta un esquema en 3D del modelo hidrogeológico conceptual para el Área de Influencia del Proyecto.



**Figura 3.2-13 Modelo hidrogeológico conceptual para el Área de Influencia del Proyecto**

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

### 3.2.8 Geotecnia

Como se mencionó previamente, la actividad objeto de la modificación es la conversión del Pozo Cusiana R-11, el cual actualmente es inyector de gas en la Formación Mirador y se planea convertirlo a inyector de agua en la misma unidad, para tal fin no se contempla el desarrollo obras civiles o afectación de recurso únicamente las actividades descritas en el Capítulo 2 del presente estudio, tales como instalación de campamentos temporales, reemplazo de tubería y accesorios y pruebas hidrostáticas, las cuales se desarrollan en un área intervenida y actualmente en operación (Locación Cusiana R), una vez evaluadas dichas actividades se determinó que no generan impactos que modifiquen la estabilidad del terreno en el marco del área de influencia y que las características originales en función de la estabilidad del entorno se mantiene. Por lo tanto, se consideró la no caracterización del componente geotécnico para el presente estudio.

### 3.2.9 Atmósfera

Teniendo en cuenta los parámetros básicos de análisis para el componente clima que se encuentra en los términos de referencia HI-TER-1-03 para proyectos de explotación de hidrocarburos (MAVDT, 2010) los cuales son: Temperatura, presión atmosférica, precipitación: media mensual y anual, humedad relativa: media, máximas y mínimas mensuales, viento: dirección, velocidad y frecuencias (rosa de los vientos), radiación solar, nubosidad y evaporación; no se desarrollan todos los parámetros anteriormente mencionados debido que el alcance del presente estudio se enfoca en la actividades requeridas para la conversión del Pozo Cusiana R-11 las cuales necesitan como insumo de este componente los parámetros correspondientes a temperatura, precipitación y humedad relativa para los cálculos del balance hídrico que posteriormente serán utilizados para la obtención para la recarga de acuíferos.

Para el análisis de información climatológica es ideal contar con una red meteorológica, es decir un conjunto de estaciones convenientemente distribuidas, en las que se observan y miden diferentes variables, fenómenos y elementos atmosféricos. Para el análisis del comportamiento climatológico del área del proyecto, se solicitó la información meteorológica más reciente al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM mediante registros históricos diarios multianuales de las estaciones más cercanas al proyecto referenciadas en la **Tabla 3-21**

**Tabla 3-21 Estaciones meteorológicas empleadas para la caracterización del área de influencia.**

CÓDIGO	TIPO*	ESTACIÓN	MUNICIPIO	ELEVACIÓN m.s.n.m.	COORDENADAS		FECHA INSTALACIÓN	DISTANCIA AL ÁREA DE ESTUDIO (Km)
					DATUM MAGNAS SIRGAS ORIGEN NACIONAL			
					ESTE	NORTE		
35195020	M.E	Tauramena	Tauramena	460	5014422,4	2113505,9	15/11/1974	17
35195030	C.O.	Aguazul	Aguazul	380	5050138,1	2130172,0	15/01/1974	17
35215020	C.P.	Apto Yopal	Yopal	325	5067838,3	2145933,7	17/11/2005	40

CO – Climatológica Ordinaria, PM – Pluviométrica, C.P-Climatológica Principal. M.E-Meteorológica Especial  
(Fuente: Base de datos IDEAM)

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

#### 3.2.9.1 Precipitación

El IDEAM define la precipitación como “el volumen de agua lluvia que pasa a través de una superficie en un tiempo determinado. Como unidades de volumen y superficie se utilizan el litro y el metro cuadrado, respectivamente. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a un (1) litro de agua por metro cuadrado de superficie o a diez (10) metros cúbicos de agua por hectárea”. La precipitación es uno de los componentes claves del ciclo hidrológico y su comportamiento se asocia directamente con características geomorfológicas, de Área de Influencia, suelo y biodiversidad.

De acuerdo con los registros de precipitación de las estaciones referenciadas, en la **Tabla 3-22** para el período de tiempo comprendido entre los años 2011 - 2021, la precipitación media mensual en el área de estudio es de 234,8 m

**Tabla 3-22 Valores máximos, medios y mínimos mensuales multianuales de precipitación (mm)**

ESTACIÓN		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA TOTAL ANUAL MULTIANUAL
		MÁX	54,6	152,9	305,7	471,7	689,8	707,1	590,3	770,0	520,2	460,4	632,5	
Aguazul	MED	14,8	41,3	123,0	289,2	408,4	403,6	350,5	302,7	309,3	292,2	176,5	38,1	2749,6

ESTACIÓN		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA TOTAL ANUAL MULTIANUAL
Tauramena	MÍN	0,0	0,0	3,6	68,2	228,2	213,0	10,0	100,4	141,7	183,4	2,7	0,0	3239,7
	MÁX	276,0	139,3	368,2	690,5	817,4	737,8	694,5	589,7	636,0	740,1	421,8	308,1	
	MED	34,7	39,1	145,9	379,8	472,9	444,3	411,4	346,7	328,6	331,4	223,0	81,9	
Apto Yopal	MÍN	0,0	0,0	29,1	137,4	217,8	54,5	189,7	112,9	156,7	34,2	107,3	0,0	2464,3
	MÁX	72,1	225,7	290,3	450,2	1135,5	568,7	613,7	459,1	470,8	495,4	359,5	169,0	
	MED	12,1	36,5	115,1	258,6	403,4	333,1	351,2	258,9	258,2	262,9	141,3	33,2	
PROMEDIO MENSUAL MULTIANUAL		20,5	39,0	128,0	309,2	428,2	393,7	371,0	302,8	298,7	295,5	180,3	51,1	2817,9

Fuente: Base de datos IDEAM, adaptado ANTEA Colombia S.A.S., 2022

### 3.2.9.2 Temperatura

De acuerdo con los registros de temperatura de las estaciones referenciadas, en la **Tabla 3-23** para el período de tiempo comprendido entre los años 2011-2021.

**Tabla 3-23 Valores medios, mínimos y máximos medios mensuales multianuales de temperatura (°C)**

Estación		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL MULTIANUAL
Aguazul	MAX	33,4	34,4	33,7	31,6	31,0	29,8	29,8	30,7	31,9	31,7	31,5	32,2	26,7
	MED	27,3	28,4	28,1	26,9	26,5	25,5	25,5	26,2	26,6	26,6	26,5	26,5	
	MIN	23,2	24,0	24,0	23,4	22,6	22,2	22,2	22,5	22,8	23,0	23,3	23,1	
Tauramena	MAX	31,8	32,6	31,8	31,0	30,4	29,4	29,4	29,9	30,7	30,6	30,5	30,6	26,1
	MED	26,7	27,1	27,1	26,2	25,7	25,4	25,1	25,4	25,7	26,1	26,2	26,4	
	MIN	21,5	22,7	22,6	22,1	21,9	21,4	21,0	21,2	21,5	21,5	21,5	21,4	
Apto Yopal	MAX	33,0	33,9	33,5	31,5	30,5	29,6	29,7	30,4	31,2	31,4	31,4	32,0	27,4
	MED	28,4	29,2	28,9	27,5	26,7	25,9	25,9	26,5	27,2	27,2	27,3	27,6	
	MIN	23,6	24,3	24,2	23,1	22,7	22,0	21,8	22,1	22,5	22,7	23,1	23,2	
Promedio mensual multianual		27,4	28,3	28,0	26,9	26,3	25,6	25,5	26,0	26,5	26,6	26,7	26,8	26,7

Fuente: Base de datos IDEAM, adaptado ANTEA Colombia SAS, 2022

#### 3.2.9.2.1 Humedad relativa

De acuerdo con los registros de Humedad Relativa de las estaciones referenciadas, en la **Tabla 3-24** para el período de tiempo comprendido entre los años 2011-2021, la humedad relativa media mensual multianual es de 75,4%, siendo febrero el mes con un menor registro corresponde a 65% y que se asocia de forma inversa con la temperatura, mientras que junio corresponde al mes que presenta el mayor registro con 82,1%.

**Tabla 3-24 Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa (%)**

ESTACIÓN		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL MULTIANUAL
Aguazul	MED	63	59	68	77	79	82	80	77	75	75	75	69	73,17
	MAX	98	99	100	100	100	100	100	100	98	98	100	98	
	MIN	28	31	34	37	46	45	44	42	45	47	47	36	
Tauramena	MED	73	71	73	78	81	83	83	82	80	78	78	73	77,72
	MAX	98	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	96	
	MIN	37	38	40	35	47	46	57	51	39	48	49	45	
PROMEDIO MENSUAL MULTIANUAL		68,3	65,0	70,4	77,4	80,1	82,1	81,5	79,1	77,5	76,5	76,8	70,6	75,4

Fuente: Base de datos IDEAM, adaptado ANTEA Colombia S.A.S., 2022

### 3.3 MEDIO BIÓTICO

#### 3.3.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Mediante solicitud N° 20214600044922 del día 23 de marzo de 2022, ANTEA Colombia SAS hizo la consulta ante el Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación - GGCI de Parques Nacionales Naturales de Colombia - PNN, sobre la existencia de áreas de reserva y/o algún tipo de área protegida, al igual que áreas potenciales y demás ecosistemas estratégicos que se identifiquen sobre el área del proyecto de interés “Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11”

Al respecto el GGCI de PNN responde mediante Radicado N° 20222400090441 del 2 de mayo de 2022 que:

*“De acuerdo con la información aportada por usted, específicamente el archivo tipo shapefile con el polígono del área del proyecto de interés, y tras realizar la consulta de la información cartográfica incorporada por las diferentes autoridades ambientales en el Registro Único Nacional de Áreas protegidas (RUNAP), establecido en el Decreto único 1076 del año 2015, en su artículo 2.2.2.1.3.3 “Registro Único de Áreas Protegidas del SINAP”, se obtuvo el siguiente resultado:*

En el pozo Cusiana R-11 ubicado en jurisdicción del municipio de Aguazul del departamento del Casanare no presenta traslape respecto a:

- Parques nacionales naturales,
- Zonas de protección y desarrollo de los recursos Naturales renovables y del medio declaradas por la Resolución 1628 de 2015, prorrogada por las Resoluciones 1310 de 2017, 1433 de 2018, 960 de 2019 y 708 de 2021,
- Reservas naturales de la sociedad civil,
- Otras categorías de SINAP.

Mediante Oficio N° 20226200283202 del día 25 de marzo de 2022, ANTEA Colombia SAS hizo la consulta ante la Agencia Nacional de Tierras - ANT, sobre la existencia posibles iniciativas territoriales en el área de influencia de la “Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11”

Al respecto la ANT responde mediante Radicado N° 20224300336611 del 31 de marzo de 2022 que en el pozo Cusiana R-11 ubicado en jurisdicción del municipio de Aguazul del departamento del Casanare no existen constituidas o en proceso de constitución:

- Zonas de Reserva Campesina,
- Zonas de Desarrollo Empresarial y/o
- Zonas de Interés de Desarrollo Rural y Económico (ZIDRES).

Mediante correo electrónico del día 30 de marzo de 2022, ANTEA Colombia SAS hizo la consulta ante la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR, sobre la presencia de Reservas Naturales de la Sociedad Civil en el municipio Aguazul departamento de Casanare, para el estudio de impacto ambiental para la “Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11”

- Al respecto la RESNATUR responde mediante oficio del 30 de marzo de 2022 que en el pozo Cusiana R-11 ubicado en jurisdicción del municipio de Aguazul del departamento del Casanare no se tiene registro de reservas naturales de la sociedad civil.

Por otra parte, en el artículo 152 Zonificación Rural y Reglamentación de Usos del Suelo del Acuerdo N° 006 de marzo 1 de 2011, “Por medio del cual se adopta la Revisión y Ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aguazul Casanare”, se describe la zonificación que se ha presentado en el mapa zonificación rural y reglamento de uso del suelo, el cual básicamente se divide en:

- Zonas de conservación y protección de los recursos naturales
- Zonas de producción agropecuaria y forestal
- Área de amenazas y riesgos naturales

En el Artículo 153 Zonificación de Áreas de Conservación y Protección de los Recursos Naturales. Se describen esas áreas y se menciona: “Áreas de conservación: para el municipio de Aguazul, *“la Serranía de San Miguel de Farallones (Distrito de Manejo Integrado), el Caño y la Laguna del Tinije (Distrito de Manejo Integrado), Santiago de las atalayas (Reserva y Patrimonio Ecológico y Cultural del Municipio de Aguazul, acuerdo municipal N° 008 Febrero 26 de 1.993), las cuencas y rondas de los ríos Unete, Cusiana y Charte que están conformadas por los nacimientos de agua y las rondas de sus cauces (Reserva Forestal, Hidrográfica, Patrimonio Ecológico, así como área de interés social y de utilidad pública, acuerdo municipal 010), las microcuencas de las quebradas la Cascada, San Juan y Minquirá (zona de Utilidad Pública, Interés Social y Patrimonio Ecológico, acuerdo 016 del 22 de mayo de 1999)”*.

Áreas de preservación: corresponde a las zonas de preservación como: *“nacimientos de corrientes de agua como las quebradas La Cascada, San Juan, Chichaca, Cupiagua, Chirineta, Caño Negro, Caño Rico, Calla y Manoguía y el río Cáchiza, corrientes que nacen en el Municipio de Aguazul. Esta unidad tiene una ocupación preferente en sectores de las veredas Alto Cunamá, Retiro Milagro, San Benito, El Triunfo, Cupiagua, Manoguía, Cáchiza y Cerrito de este municipio, principalmente.*

*Estas zonas se encuentran en las áreas de mayor recarga de acuíferos, en torno a nacimientos y corrientes hídricas principales, así como sectores de pendiente fuerte y en la actualidad presentan sectores de cobertura boscosa densa que debe preservarse y otros en los que como el uso principal de la unidad lo determina, se debe dar la restauración de la vegetación adecuada para protección de cauces”*.

Con respecto a las áreas de amenaza y riesgos naturales, en el Documento Técnico Soporte del EOT, se encuentra su identificación, de ahí se puede extraer que por el río Cusiana hay riesgo de inundación en la vereda Puente Cusiana. En la misma vereda se presenta amenaza de remoción en masa, específicamente en la zona de piedemonte.

### **3.3.2 Ecosistemas terrestres**

#### **3.3.2.1 Flora**

Teniendo en cuenta que el proyecto se va a desarrollar en su totalidad en áreas intervenidas, se identificaron las coberturas de la tierra del área de influencia definida para la modificación, la zona de vida, los biomas y los ecosistemas; a fin de capturar la información acorde a las exigencias de los términos de referencia HI-TER-1-03. El área de intervención del proyecto corresponde al pozo Cusiana R-11, por lo cual, con respecto a la intervención superficial se trata de un proyecto puntual

en el que las actividades se van a desarrollar en un área desprovista de vegetación natural o de tipo agropecuario y que se encuentran dentro de la locación Cusiana R.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que la vegetación interactúa con los primeros horizontes del suelo, no se considera que se presenten impactos o modificaciones de las condiciones actuales de la cobertura vegetal, por ello con respecto al componente biótico sólo se presentó la identificación y descripción de las unidades de cobertura de la tierra, zonas de vida, biomas y ecosistemas.

### 3.3.2.1.1 Zona de vida

De acuerdo la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967 13) teniendo en cuenta parámetros como la temperatura, la precipitación y la altitud; el área de estudio se ubica en la zona de vida denominada Bosque húmedo Tropical (bh-T), como se muestra en la Tabla 3-25.

**Tabla 3-25 Zonas de vida del área de influencia**

REFERENCIA	ZONA DE VIDA	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (M)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (MM)	ÁREA (HA)	% ÁREA
Holdridge	Bosque Húmedo Tropical (bh-T)	0-1000	> 24	2000 a 4000	188,75	100
Cusiana R		<1000	26,7 °C	2817,9		

*Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022*

Los bosques húmedos tropicales son ecosistemas con gran complejidad estructural y ambiental, además de que albergan la mayor diversidad de especies de plantas del mundo, hospedando aproximadamente el 50% de las especies descritas (Gentry 1993 14), con un gran número de endemismos para cada región.

Esta zona de vida presenta un régimen de humedad “húmedo”, en donde se registran temperaturas mayores a los 24°C, con precipitaciones que oscilan de 2000 a 4000 mm y en la zona se registra por debajo de los 1.000 msnm aproximadamente (Montenegro & Espinal, 1977 15).

Para el área de estudio los valores promedio mensuales multianuales de precipitación más elevados, corresponden a los meses de mayo y junio, siendo mayo el mes de mayor precipitación con 428,3 mm en promedio. La época seca de acuerdo con el comportamiento monomodal del área de estudio se presenta durante los meses de enero y febrero, siendo enero el mes de mayor estiaje con 20,5 mm de precipitación. La precipitación media total anual multianual es de 2817,9 mm.

Las especies más representativas de este bosque son: *Tabebuia pentaphylla* y *Jacaranda hesperia* de la familia Bignoniaceae, *Spondias bombín* (Hobo), *Tapirira guianensis* (Fresno) y *Anacardium excelsum* (Caracolí) de la familia Anacardiaceae, *Hura crepitans* (Ceiba lechosa) de la familia Euphorbiaceae, *Trema micrantha* (Látigo) de la familia Cannabaceae, *Bursera simaruba* (Resbalamono) de la familia Burseraceae y *Lecythis* sp. (Cocomono) de la familia Lecythydaceae, entre muchas otras.

### 3.3.2.1.2 Gran Bioma: Zonobioma húmedo tropical

13 Holdridge, L. R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

14 Gentry, A. H. 1993. El Significado de la Biodiversidad. pgs. en: S. Cárdenas & H. D. Correa (eds.), Nuestra diversidad Biológica. Colección María Restrepo de Ángel & CEREC, Fundación Alejandro Escobar. Bogotá, Colombia.

15 Montenegro, E., & Espinal, S. (1977). Zonas de vida o Formaciones vegetales de Colombia. Bogotá, Colombia.

De acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) (IDEAM et al., 2017), corresponde a la selva húmeda ubicada por debajo de los 800 m.s.n.m., en la cual no existe déficit de agua para la vegetación a lo largo del año.

En esta zona se desarrollan bosques húmedos con un gradiente altitudinal notable en corta distancia, por lo que es posible encontrar bosques montanos, influenciados por el piedemonte y basales en la zona de valle del río Upamena. Por este motivo la vegetación que se encuentra es de tipo arbustiva en las zonas de alta pendiente y arbórea, en las zonas donde los suelos pueden ser más profundos y permiten el desarrollo de las raíces.

#### 3.3.2.1.2.1 *Zonobioma Húmedo Tropical Casanare*

El área de influencia específicamente se encuentra en la unidad biótica del Casanare, que según el MEC en el área de la Orinoquía se extiende en 3.299.057 ha. Los bosques de este bioma tienen disponibilidad hídrica a lo largo del año, pero por la influencia de los andes se presenta un gradiente altitudinal notable en corta distancia, por lo que es posible encontrar bosques montanos, influenciados por el piedemonte y basales en la zona de valle del río Upamena. El área de influencia donde se encuentra el pozo Cusiana R-11, pertenece en su totalidad al zonobioma húmedo tropical del Casanare.

#### 3.3.2.1.3 Coberturas vegetales y uso actual del suelo

### 3.3.3 Ecosistemas acuáticos

Las coberturas de la tierra corresponden a la cobertura física y biofísica que se observa sobre la superficie terrestre<sup>16</sup>. Este concepto implica que cada cobertura es una unidad delimitable que surge a partir de las características fisionómicas, ambientales y como resultado de la interacción antrópica. De esta manera, en el área de influencia se han podido identificar áreas artificializadas, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, superficies de agua<sup>17</sup>.

La cobertura de la tierra está fuertemente ligada al uso del suelo, pero no son lo mismo; este corresponde a la prestación o la utilidad de un tipo de cobertura para el desarrollo de actividades antrópicas, especialmente a las de tipo económico<sup>18</sup>.

Las coberturas vegetales, por su parte corresponden a aquellas con un dominio vegetal y se divide en áreas naturales y áreas agrícolas. Las áreas naturales cumplen diferentes papeles fundamentales, de los cuales es importante resaltar la protección al suelo al reducir la radiación solar sobre el mismo, disminución de los vientos al generar una barrera viva, ser regulador de temperatura, participar como banco de flora y semillas, fuente de alimentos, así como hábitat, estructurar los corredores biológicos, reciclaje de nutrientes del suelo, e influir en los procesos de absorción y en el ciclo hídrico<sup>19</sup>. Mientras que las áreas agrícolas se usan para la producción de alimentos o materias primas.

---

16 DI GREGORIO, A y JANSEN, L. *Land Cover Classification System: classification concepts and user manual*. 2a ed Roma: FAO. 2005.

17 IDEAM. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Geosistemas de Alta Montaña Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia. 1997. 403p.

18 JANSEN, L y DI GREGORIO, A. *A New Concept For a Land Cover Classification System*. Fao Land and Water Development Division. 2000. 55-65p.

19 ROBAINA, N.; SOCARRÁS, ANA & PÉREZ, D. 2010. *Importancia de la cobertura vegetal para el desarrollo de la diversidad biológica del suelo*. *Agricultura Orgánica*. 16 (2):30.

Para el área de influencia del proyecto se interpretaron las coberturas de la tierra a partir de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia<sup>20</sup>, mediante la fotointerpretación de una imagen Digital Globe tomada durante el año 2021, que permitió una resolución espacial de 50 cm. Con estos insumos, la delimitación de los polígonos y la identificación de las coberturas se desarrollaron a una escala de salida 1:10.000.

En el área de influencia para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11, son notables los cambios con la disminución de las coberturas naturales y la expansión de la frontera ganadera. Las áreas con cobertura natural son modificadas y/o fragmentadas, encontrándose en su interior áreas de pastos, cultivos y vegetación secundaria

Finalmente, en la **Tabla 3-26** se presentan las coberturas identificadas en el área de influencia, donde se encontraron once unidades de cobertura de la tierra, de las cuales, tres (3) pertenecen a territorios artificializados, principalmente de extracción de hidrocarburos, y vías; los territorios agrícolas corresponden a pastos; los bosques y áreas seminaturales son bosques de galería, áreas en recuperación o vegetación secundaria y algunas zonas degradadas, además se encuentran zonas de arenales y arbustales. No hay cuerpos de agua naturales de tamaño cartografiable, los que se han identificado como cobertura corresponden a cuerpos de agua artificiales para la producción de peces.

**Tabla 3-26 Coberturas de la tierra en el área de influencia**

SÍMBOLO	COBERTURA	ÁREA (Ha)	% ÁREA
1.2.2.1.	Red vial y territorios asociados	0,11	0,06%
1.3.1.2.	Explotación de hidrocarburos	3,04	1,61%
2.3.1.	Pastos limpios	30,59	16,20%
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	50,19	26,59%
3.1.4.	Bosque de galería y/o ripario	77,20	40,90%
3.2.3.1.	Vegetación secundaria alta	15,54	8,23%
3.2.3.2.	Vegetación secundaria baja	4,74	2,51%
3.3.1.2.	Arenaes	0,07	0,04%
3.3.3.	Tierras desnudas y degradadas	7,13	3,78%
5.2.3.	Estanques para acuicultura continental	0,17	0,09%
<b>TOTAL</b>		<b>188,75</b>	<b>100</b>

Fuente: ANTEA Colombia SAS, 2022

### 3.2.1.1 Calidad de agua

La muestra los puntos de muestreo evaluados para la toma de muestras de comunidades hidrobiológicas que corresponden a los mismos puntos tomados para el monitoreo de la calidad de aguas superficiales. En los textos de la APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WPCF (Water Pollution Control Federation), en el Standard Methods Edición 23nd (2017), se describen los métodos que se aplicaron para la caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica de los cuerpos de agua del presente estudio.

A partir de los resultados obtenidos en laboratorio para cada una de las comunidades hidrobiológicas muestreadas, se describe la composición de cada comunidad, consolidando las especies registradas y la abundancia por sitio de muestreo. Adicionalmente se realizan gráficas de riqueza y abundancia.

<sup>20</sup> IDEAM, 2010. *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.*

En cuanto a la información de fauna íctica obtenida en campo, se considerarán los siguientes aspectos:

- Elaboración de listado de especies identificadas.
- Revisión de taxonomía actualizada y de información secundaria en listas de chequeo para las especies registradas en la zona evaluada.
- Cálculo del esfuerzo de muestreo y éxito de captura
- Elaboración del listado de especies y composición de ensamblajes en cada sitio.
- Identificación de especies endémicas, amenazadas, de valor comercial y cultural.
- Determinación de características generales migratorias de las especies registradas con base en información secundaria consultada.

#### 3.2.1.1.1 Correlación de los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos

De acuerdo con la pertinencia de los resultados obtenidos, se realizaron diferentes análisis estadísticos, principalmente multivariados, cuya finalidad es el análisis de datos en los que se cuenta con más de dos variables medidas para cada caso. A continuación, se describe la herramienta propuesta para el presente estudio.

El **análisis de correlación canónica** trabaja a partir de un conjunto numeroso de variables reunidas en dos grupos, uno formado por las variables explicativas y el otro por las explicadas, adicionalmente, dentro de cada grupo se observó un alto grado de correlación entre las variables. Este método cuantifica la validez de las relaciones entre dos conjuntos de variables y determina las dimensiones independientes para para cada conjunto de variables que produce la correlación máxima entre las dimensiones (Castillo, Cortez, & Villalpando, 2007)

#### 3.2.1.2 Composición

Se presentaron los resultados de cada una de las cuencas hidrográficas descritas en el Capítulo 3.1.5 Calidad de Aguas. En esta sección se explicó el análisis de los resultados obtenidos para cada una de las comunidades analizadas que consta de la presentación de las gráficas y la discusión de los resultados obtenidos.

#### 3.2.1.3 Conclusiones

- El zooplancton tuvo como phylum dominante a los Protozoos, con *Arcella* sp, como la morfoespecie más reiterativa en todos los puntos evaluados. La presencia de esta morfoespecie devela cuerpos de agua con niveles bajos de oxígeno, elevados de nitrógeno y algas, características acordes con las condiciones reportadas en los puntos evaluados. Arthropoda, Nematoda y Rotífera se reportaron en menores abundancias. La comunidad se caracteriza por su uniformidad en la mayoría de los puntos y baja diversidad.
- El Fitoplancton presentó al grupo de los bacilariofitos como el predominante, con presencia en todos los puntos, *Nitzschia* sp y *Navícula* sp, fueron las morfoespecies dominantes. Ambas son indicadoras de ecosistemas con sedimentos y conductividades altas y con contaminación media a intensa. Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria y Euglenozoa fueron los phyla restantes. La comunidad fue uniforme, diversa y con bajos valores de dominancia. Los puntos fluviales evaluados en este estudio presentan contaminación moderada, al arrojar valores entre 1,37 y 1,96 bits/cel.
- El Perifiton reporto al phylum Bacillariophyta como el único reportado en todos los puntos. *Nitzschia* sp y *Navícula* sp fueron las morfoespecies predominantes indicando aguas con

contaminación leve a moderada. Chlorophyta, Charophyta, Euglenozoa, Cyanobacteria y Rhodophyta también se reportaron. La diversidad y uniformidad fueron variables a lo largo de todos los puntos, teniendo a Sup 1, Sup 6 y Sup 3 como los más biodiversos.

- Los Macroinvertebrados Bentónicos presentaron a los Arthropoda como el filo más importante, con los Dípteros como los de mayor presencia en el monitoreo. Chironomidae en sus formas de pupa, Sub Chironomidae y Sub Orthoclaadiinae fueron los que más registros reportaron, indicando cuerpos de agua con niveles de contaminación medio a alto. La comunidad reportó diversidad baja, con índices de uniformidad altos, exceptuando Sup 6, que es el punto con mayor dominancia y menor uniformidad. La composición y estructura de esta comunidad se ve altamente afectada por las condiciones generadas por la época seca.
- Las macrófitas se reportaron ausentes en la totalidad del espacio físico-biótico evaluado. La mayoría de los puntos reportaron sustrato rocoso, ausencia de sombra y flujo de corriente, factores que desfavorecen la colonización de las Macrófitas, al no contar con sustratos de anclaje que les permita contrarrestar las corrientes. De la misma forma, parámetros fisicoquímicos como la baja concentración de nutrientes y sólidos totales, se configuran como factores determinantes de una menor abundancia o ausencia de Macrófitas.
- Para los peces se registraron 19 individuos, con los Characiformes como el orden predominante, los otros órdenes reportados fueron los Cichliformes y Siluriformes. La disponibilidad de alimentos, la disminución de los caudales y las variaciones ambientales interfieren en el establecimiento y/o migración de los peces.

### 3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

#### 3.4.1 Lineamiento de participación

Con el fin de involucrar y brindar información clara y oportuna a los representantes de la comunidad del área de influencia socioeconómica en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 – Pozo Cusiana R-11, se diseñó una estrategia de participación orientada a brindar información sobre este y generar un escenario de retroalimentación en torno a la captura de información primaria sobre dicha área de influencia

Los lineamientos de participación, además de estar sujetos a las indicaciones dadas en los Términos de Referencia que rigen el presente estudio, la metodología establecida por la ANLA para la elaboración de estudios ambientales y a los lineamientos dados por la política de Responsabilidad Social de Ecopetrol, cuentan con un conjunto de herramientas y estrategias que permitieron llevar a cabo un proceso claro y participativo con cada uno de los actores sociales presentes en el área de influencia del proyecto, dentro de los cuales se encuentran autoridades regionales, locales, comunidades, organizaciones sociales y aquellas interesadas en el desarrollo del proyecto.

De manera transversal al desarrollo del estudio, se diseñó una metodología de aplicación de lineamientos de participación, teniendo en cuenta experiencias anteriores de actividades con la comunidad, el contexto cultural y educativo de la población presente en el área, los requerimientos de información, nivel de relacionamiento y concertación con las comunidades, organizaciones y autoridades locales, y finalmente, las dinámicas sociales y nacionales teniendo en cuenta las restricciones establecidas conforme la situación de salud pública relacionada con el COVID-19. De acuerdo con lo anterior, Ecopetrol S.A estableció un marco de relacionamiento en donde las estrategias a implementar dan cumplimiento a los siguientes principios:

- Accesibilidad de los actores sociales a la tecnología y a los medios de comunicación dispuestos en el territorio.
- Disponibilidad de la información para consulta durante un periodo de tiempo definido.

- Garantizar un mecanismo de participación e interacción de los actores con Ecopetrol S.A.
- Gradualidad en la información de acuerdo con los actores sociales presentes en el área de influencia.

#### 3.4.1.1 Metodología de lineamientos de participación

A partir de lo expuesto, se diseñó una estrategia consistente en tres (3) momentos para la apertura de espacios de información y participación, destinados a promover los derechos ciudadanos con respecto a estar informados de forma oportuna, veraz y objetiva, de manera que la población tenga en cuenta los mecanismos de participación en las decisiones que afecten su vida, organización, cultura, economía, infraestructura y el entorno en el que se encuentra.

- ✓ Primer momento: Acercamiento comunitario en el marco de la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.

Los resultados se encuentran en el capítulo 3.4

- ✓ Segundo momento: Reunión informativa y participativa en la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V, Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.

Los resultados se encuentran en el capítulo 3.4

Ahora bien, dado que no fue posible llevar a cabo las reuniones previstas con las comunidades de las veredas San Miguel de los Farallones, Puente Cusiana y Altolindo, se implementaron algunas estrategias de acercamiento que permitieron llevar a cabo la recopilación de información primaria con representantes de las Juntas de Acción Comunal correspondiente.

- ✓ Tercer momento: Entrega de Resultados

Una vez finalizada la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11, se llevaron a cabo encuentros con los actores sociales presentes en el área de influencia del proyecto, a quienes se les realizó la presentación de los resultados del EIA, haciendo especial énfasis en:

- Fases y actividades.
- Infraestructura proyectada.
- Área de influencia de cada medio.
- Resultados de la caracterización ambiental de cada medio
- Impactos ambientales asociados con la ejecución del proyecto
- Resultados de la zonificación ambiental y de la zonificación de manejo ambiental
- Compensaciones por pérdida de biodiversidad.
- Permisos solicitados para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales (captaciones, vertimientos, etc.).
- Inversión de no menos del 1%.
- Plan de contingencia.

Los resultados se encuentran en el capítulo 3.4

#### 3.4.1.2 Caracterización socioeconómica del área de influencia del proyecto.

A partir de la información primaria y secundaria recolectada tanto en trabajo de campo, como desde la revisión de documentos y la información suministrada por la administración municipal, se elabora la caracterización socioeconómica del EIA para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11, la cual sirve para dimensionar las transformaciones surgidas en las dinámicas sociales, económicas y culturales del territorio descritos siguientes numerales.

### 3.4.1.3 Aspectos Sociales

Los aspectos sociales procuran la caracterización e identificación de los factores que conciernen a la organización y estabilidad (económica, productiva, social y cultural) de los grupos poblacionales en un área determinada; es por ello, que a continuación se explicitan los apartados demográficos, espaciales, económicos y culturales en el Área de Influencia Socioeconómica del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.

#### ➤ Definición y delimitación del área de influencia socioeconómica

Con el objeto de definir el Área de Influencia para el medio socioeconómico, fueron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

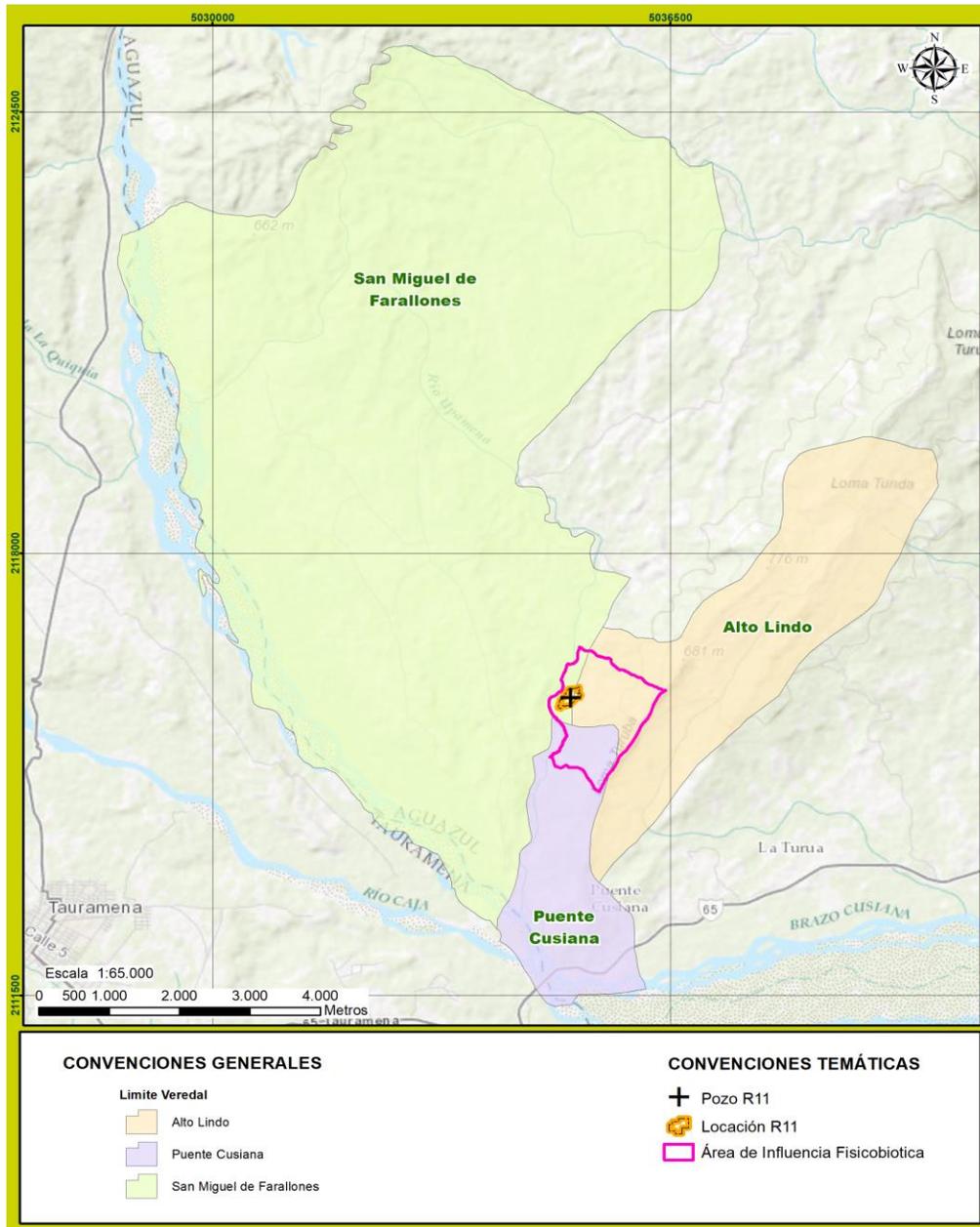
- Delimitación del territorio (EOT Acuerdo 006 del 01 de marzo de 2011).
- Actividades contempladas como parte de la modificación de la Licencia Ambiental y su incidencia en el territorio a partir del área de localización de estas.
- Los componentes, posibles impactos y los ámbitos de manifestación, siendo determinados estos últimos por las condiciones del territorio en cuanto a la división de este.

De esta forma y considerando la ubicación del proyecto y las actividades asociadas a la modificación, a continuación, se relacionan las unidades territoriales definidas como área de influencia para el medio socioeconómico y las cuales serán objeto de la caracterización correspondiente para este medio.

**Tabla 3-27 Área de Influencia Socioeconómica**

UNIDAD TERRITORIAL MAYOR	UNIDADES TERRITORIALES MENORES	CRITERIO
Municipio de Aguazul	San Miguel de los Farallones	Ubicación Pozo R-11
	Altolindo	Ubicación Locación
	Puente Cusiana	Trascendencia de impactos físico - bióticos

*Fuente: Elaboración Propia*



**Figura 3.4-1** Área de Influencia definitiva para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.

Fuente: Elaboración Propia

Como parte de la recolección de información primaria y con el fin de establecer el área de cada una de las unidades territoriales identificadas, se llevó a cabo el taller de cartografía social, a partir del cual, se obtuvieron resultados consistentes con la Cartografía Oficial contenida en el EOT 2011.

### 3.4.2 Dimensión demográfica

#### ➤ Unidad territorial Mayor

En este apartado se encuentra la descripción y análisis de las estructuras y las dinámicas de poblamiento del área de influencia del proyecto; ello permite diagnosticar las formas de asentamiento y las características propias de la población (densidad, grupos de edad, géneros) analizando de manera detallada los movimientos poblacionales del municipio en tanto sus cambios permitan el dimensionamiento social y cultural sobre los residentes para así, determinar el nivel de afectaciones que podrían causarse por cuenta de la ejecución del proyecto.

✓ Dinámica de poblamiento

La comprensión del territorio y sus procesos de transformación, así como la proyección a futuro de este, depende en gran medida de la concepción que se obtenga del comportamiento de factores paralelos respecto los procesos de ocupación y apropiación que allí se presenten; por lo tanto, es importante conocer cómo fue dicho proceso en el municipio de Aguazul, establecido dentro del Área de Influencia Socioeconómica del EIA para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11.

✓ Tendencias demográficas

o Población asentada en el municipio

Para el municipio de Aguazul, de acuerdo con información del Censo DANE 2018, referida por el DNP, a través de [tierradata.dnp.gov.co](http://tierradata.dnp.gov.co), se establece que la proporción de población étnica en el municipio es bastante reducida, pues apenas corresponde al 0,93% (342 habitantes), distribuidos tal como se registra en la tabla a continuación.

**Tabla 3-28 Distribución población étnica municipio de Aguazul**

GRUPO ÉTNICO	POBLACIÓN	% TOTAL POBLACIÓN
Indígena	48	0,13%
Negro, mulato o afrocolombiano	290	0,79%
Raizal	0	0%
ROM	0	0%
Palenquero	3	0,01%
Total	342	0,93%

Fuente: Censo, DANE. 2018.

✓ Distribución poblacional (edad y sexo)

De esta forma, se registra la distribución poblacional del municipio de Aguazul, con base en las proyecciones al año 2022, que, de acuerdo con el sexo, resulta ser homogénea, donde la población femenina es mayoritaria, con 19.315 mujeres las cuales representan el 50,03%, frente a 19.292 hombres, que corresponde al 49,97% del total poblacional, una diferencia poco significativa, lo que la constituye como una población homogénea en este aspecto.

✓ Tasa de Natalidad y Mortalidad

Por otro lado, Aguazul en el periodo 2008 – 2017, ha mostrado una tendencia general de reducción en el número de nacimientos desde el año 2010, aunque con ligeros repuntes en 2015 y 2017. No obstante, los nacimientos registrados se redujeron aproximadamente la mitad, lo que aunado a la estructura de población madura señala que se fortalece la dinámica de envejecimiento poblacional para el municipio

✓ Extensión del territorio

Según información registrada en <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/85010/2> , Aguazul cuenta con una extensión de 1455 Km<sup>2</sup>, de los cuales el sector urbano tiene un área de 4,3km<sup>2</sup>, que corresponde al 0,3% del área total del municipio y el área rural con 1450,7km<sup>2</sup> siendo el 99,7%.

✓ Densidad de población

Con relación a la localización de la población en el área municipal de Aguazul, la densidad poblacional según esta misma fuente, para el año 2022 es de 26,53 habitantes por kilómetro cuadrado, donde el 73,67% (28.443 habitantes) de la población se encuentra en la cabecera municipal y el 26,3% (10.14) en el área rural.

✓ Tendencias de movilidad

En el municipio de Aguazul, la movilidad refleja la tendencia a concentrar mayor población en el área urbana a pesar de la vocación agrícola y ganadera propia del sector rural, por cuanto en el casco urbano se encuentra una mejor calidad en los servicios públicos, de salud y educación entre otros, por lo que las familias buscan residir en el centro poblado del municipio. Dentro de este contexto, el comportamiento histórico de Aguazul, reflejan una constante de mayor población en el sector urbano la cual se incrementa con el pasar de los años.

✓ Tipología familiar

Conforme a la información SISBÉN 2021, en el municipio de Aguazul predomina la familia nuclear, la cual se encuentra constituida por la madre, el padre y las hijas y/o hijos, siendo este el modelo más tradicional de familia.

✓ Tipo de población asentada

Conforme los recorridos efectuados en el municipio de Aguazul, se pudo establecer que la población asentada en este territorio obedece principalmente a población campesina que durante muchos años tuvo como actividad económica el trabajo con la tierra. Se identifica también que en su mayoría se trata de propietarios de tierras y en una pequeña proporción se encuentran arrendatarios y parceleros.

✓ Índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) de la población

En tal sentido, de acuerdo con las cifras reportadas por el Censo DANE 2018, la proporción de personas que tienen por lo menos una condición de NBI en el municipio, alcanza la tercera parte del total de habitantes (32,08%), siendo considerado que en proporción el 8,44% de la población se encuentra en condición de miseria.

Así, la mayor incidencia de uno de los componentes que se considera como NBI corresponde con la habitación de una vivienda inadecuada (23,74%), seguido por la dependencia económica de una persona en el hogar (7,66%) y la carencia en el acceso de servicios públicos (5,28%).

✓ Presencia de población en situación de desplazamiento y retorno

El PDM 2012-2016 del municipio de Aguazul, refiere que hay población víctima del desplazamiento forzado y conflicto armado, tanto de expulsión como de recepción, pues según los reportes del Registro Único de Población Desplazada - RUPD, desde 1997 han partido 671 familias con 2687 personas, pero además de los que han regresado han llegado 281 hogares con 1176 personas, que en muchos casos evidencian consecuencias psicológicas y sociales como maltrato infantil y abuso sexual. El municipio ha beneficiado a esta población, pero no cuenta con un sistema de información

específico donde se consolide los datos que permitan medir y evaluar coberturas de programas que han beneficiado a esta población.

A continuación, se relacionan los datos registrados por la unidad de Atención y reparación integral a las víctimas en relación con el número de personas desplazadas y recibidas en el municipio de Aguazul.

**Tabla 3-29 Número de personas desplazadas y recibidas en el municipio de Aguazul.**

PERSONAS DESPLAZADAS - 2017	PERSONAS DESPLAZADAS RECIBIDAS 1984-2017	ACUMULADO DE PERSONAS DESPLAZADAS EXPULSADAS 1984-2017
31	3.536	5.868

Fuente: <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/85010/6>

#### ➤ Unidades territoriales menores

Para el presente estudio, las unidades territoriales menores, corresponden a aquellas que se encuentran circunscritas dentro del municipio de Aguazul y que se han identificado dentro del área de influencia socioeconómica, a partir de las actividades desarrolladas en territorio, dentro de la cual se encuentran las veredas registradas a continuación en la **Tabla 3-30**.

**Tabla 3-30 Unidades territoriales objeto de caracterización – Área de Influencia Socioeconómica**

UNIDAD TERRITORIAL MAYOR / MUNICIPIO	-UNIDADES TERRITORIALES MENORES / VEREDAS
Aguazul	Vereda San Miguel de los Farallones
	Vereda Alto Lindo
	Vereda Puente Cusiana

Fuente: *Elaboración propia.*

#### ➤ Tendencias demográficas

La tendencia demográfica se determina teniendo en cuenta la población que ha llegado a cada una de las unidades territoriales, así como la población que ha salido por diferentes razones. Dicha población se relaciona tomando como referencia la información referida por los líderes comunales durante las entrevistas semiestructuradas realizadas. Es importante tener en cuenta que cuando se indagó por estos tipos de población se tuvo en cuenta un período de tiempo de 10 años.

**Tabla 3-31 Tendencias demográficas según información ficha veredal**

VEREDA	TOTAL POBLACIÓN	POBLACIÓN FLOTANTE	POBLACIÓN RECIBIDA ÚLTIMOS 10 AÑOS	POBLACIÓN EXPULSADA ÚLTIMOS 10 AÑOS
Vereda San Miguel de los Farallones	265	25	10	15
Vereda Altolindo	128	5	0	5
Vereda Puente Cusiana	147	10	0	5
Total	430	40	10	25

Fuente: *Elaboración propia*

#### ➤ Estructura de la población

Partiendo de la información recolectada a partir del diligenciamiento de las fichas de caracterización de la unidad territorial, se pudo establecer que en el área de influencia se encuentran aproximadamente 430 habitantes, en contraste con la información Sisbén, donde esta población corresponde a 339 tal como se registra en la **Tabla 3-32**.

**Tabla 3-32 Total poblacional según ficha veredal y Sisbén enero 2021**

UNIDAD TERRITORIAL	POBLACIÓN SEGÚN FICHA VEREDAL	POBLACIÓN SEGÚN SISBÉN ENERO 2021
Vereda San Miguel de los Farallones	265	209

UNIDAD TERRITORIAL	POBLACIÓN SEGÚN FICHA VEREDAL	POBLACIÓN SEGÚN SISBÉN ENERO 2021
Vereda Altolindo	128	98
Vereda Puente Cusiana	147	32
Total	430	339

Fuente: Elaboración propia.

### ➤ Tipología familiar

Conforme lo observado en campo y la información referida por las comunidades, en concordancia con lo señalado frente a este mismo ítem para la unidad territorial mayor (municipio de Aguazul), las unidades territoriales menores cuentan con una predominancia de familia tipo nuclear, en un segundo rango se encuentra la familia extensa.

### ➤ Número de hogares, promedio de personas por hogar

De acuerdo con la información referida por los líderes comunales, en promedio los hogares de las unidades territoriales se encuentran constituidos por cuatro (4) personas principalmente, contando con la figura de papá, mamá y un hijo. Bajo dicho planteamiento, tal como se evidencia en la **Tabla 3-33**, el área de influencia socioeconómica cuenta con un total de 86 hogares, lo anterior tomando como referencia el total de habitantes reportados por la Oficina Sisbén.

**Tabla 3-33 Hogares y promedio de personas por hogar unidades territoriales menores**

UNIDAD TERRITORIAL (UT)	No. HOGARES	PROMEDIO PER. POR HOGAR	TOTAL HABITANTES
Vereda San Miguel de los Farallones	53	4	209
Vereda Altolindo	25	4	98
Vereda Puente Cusiana	8	4	32
Total	86	4	339

Fuente: Elaboración propia

### ➤ Tipos de población asentada

Durante el desarrollo de trabajo de campo y gracias a la observación realizada en cada una de las unidades territoriales menores, se pudo establecer que la población asentada en estos territorios obedece principalmente a población campesina que durante muchos años tuvo como actividad económica el trabajo con la tierra; no obstante, con la llegada del sector hidrocarburos, muchas de estas personas optaron por la vinculación a dicho sector.

### ➤ Presencia de población en situación de desplazamiento y/o procesos de retorno

Durante la recolección de información primaria con las comunidades de las unidades territoriales menores del área de influencia se indagó sobre la situación de desplazamiento y/o procesos de retorno; referente a esto, en las tres (3) unidades territoriales los habitantes manifestaron que no se han presentado situaciones de este tipo, ni llegada ni salida de población en situación de desplazamiento forzoso en los últimos años. En tal sentido, las comunidades consideran que en sus territorios existe una situación de calma.

### 3.4.3 Dimensión espacial

En el componente espacial de la caracterización socioeconómica y cultural del Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11, se describen los servicios públicos y sociales del municipio de Aguazul vinculado a su área de influencia, en términos de calidad y cobertura; así mismo se incluyen aspectos de la infraestructura asociada teniendo en cuenta las siguientes especificidades:

➤ **Servicios públicos:**

- Acueducto: Fuentes de abastecimiento, infraestructura de captación, tratamiento y almacenamiento.
- Disposición de excretas: Tipos (alcantarillado, pozos sépticos, letrinas y a cielo abierto).
- Sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos: Cobertura y calidad.
- Servicios de energía y telecomunicaciones: Cobertura y Calidad.
- Servicio de gas natural: cobertura y calidad

➤ **Servicios sociales:**

- Identificación de la infraestructura educativa
- Identificación de la infraestructura de salud.
- Identificación de la infraestructura recreativa y deportiva.
- Tipificación de las características de las viviendas.
- Centros poblados que ofrecen los servicios administrativos y financieros (notaría, inspección de policía, bancos, entre otros).
- Identificación de la infraestructura de transporte: vial, aérea, ferroviaria y fluvial.
- Identificación de los medios de comunicación: radio, prensa y emisoras comunitarias

### 3.4.4 Dimensión económica

➤ **Unidades territoriales mayores**

- ✓ Procesos productivos y tecnológicos

De acuerdo con la división de la economía clásica, tres (3) son los sectores económicos básicos y a los cuales se adscriben un conjunto de actividades que representan los pilares que soportan las actividades económicas, bien sea por la oferta de recursos naturales, actividades que impliquen la transformación de dichos recursos o el desarrollo de servicios. Dichos sectores se identifican comúnmente con el nombre de: primario o sector agropecuario, secundario o sector Industrial y terciario o sector de servicios. A continuación, se describen dichos sectores y su incidencia en el municipio:

- o Sector primario o agropecuario

De acuerdo con la información suministrada por el DANE, según censo 2005, el 92% de los predios rurales ocupados en el municipio de Aguazul, el 94% de los predios rurales ocupados en el municipio de Maní y el 97% de los predios rurales ocupados en el municipio de Tauramena, desarrollan actividades agropecuarias.

#### **Ganadería**

En el municipio de Aguazul según el PDM, se destinan 34.915 Has a la producción de pasturas, Brachiaria Decumbes, Brizanta, Dychoneura, Toledo, Guinea, Pastos nativos y algunas variedades de pasto de corte como marafalfa, kingras, elefante e imperial. Según reportes de Fedegan sobre el

registro que llevan sobre vacunación de reses, han aumentado las cabezas de ganado en los últimos siete años, con un incremento del 15% en el número de animales vacunados

### **Porcicultura**

En el municipio de Aguazul la porcicultura ha perdido representatividad, según el PDM que reporta las cifras del Censo Agropecuario Municipal del año 2004 cuando se contaba con 1.812 cabezas de ganado porcino, distribuidos en 969 hembras y 819 machos, con una densidad promedio de menos de una (1) cabeza por hectárea; y luego reporta las cifras del Censo Porcino de la Asociación Nacional de Porcicultores en el año 2011, con 1270 unidades porcinas distribuidas en 80 predios, evidenciando en siete años una reducción del 30% del ganado porcino.

### **Piscicultura**

El municipio de Aguazul en cuanto a piscicultura, de acuerdo con el PDM, reporta cifras del Censo Agropecuario Municipal del año 2004 cuando se contaba con 501.701 peces, de los cuales el 61% correspondían a procesos de siembra y el 39% a extracción; luego reporta según el Boletín Estadístico Municipal de 2011, una población de 96.000 peces predominando la producción de cachama y tilapia roja, distribuidos en cinco (5) núcleos productivos en las veredas Cupiagua, El Guaimaro, La Esmeralda, San José del Bubuy y Palo Solo, con lo que se evidencia una disminución del 80,86% en siete años.

### **Especies menores**

En el municipio de Aguazul según el PDM vigente, hay familias que derivan su sustento y seguridad alimentaria de la explotación de especies menores, principalmente aves. No obstante, existen limitantes técnicas de acceso a materias primas para producción a materia prima y su transformación para alimentos, es notoria la inexistencia de procesos de capacitación y la ausencia de asistencia técnica para la prevención de enfermedades, y se presenta sobre costos de los alimentos concentrados que deben ser asumidos por los productores.

### **Agricultura**

El municipio de Aguazul fundamenta el desarrollo de su economía agrícola en la producción tradicional y comercial, lo cual se evidencia en las cifras del Censo Agropecuario del año 2004, que reporta 88.532 Has destinadas a la producción agrícola que incluyen de mayor a menor área ocupada, los siguientes productos: Arroz, Palma de aceite, Yuca, Plátano, Maíz, Cítricos, Piña, Patilla, Mango, Papaya y cultivos de pan coger.

El sector agrícola del municipio fue drásticamente golpeado por la aplicación de modelo de apertura económica, sin embargo siguen siendo representativos los siguientes productos: Arroz, Piña y Cacao.

- o Sector secundario

El municipio de Aguazul, según el Plan de Desarrollo Municipal vigente- el informe de seguimiento y control realizado por la Secretaría de Agricultura de Aguazul, determinó que existe un inventario de siete empresas que desarrollan actividades agroindustriales orientadas a la actividad arrocera: tres molinos y cuatro secadoras. Dos de los molinos y dos de las secadoras de arroz, están en el área urbana del municipio en zonas residenciales, causando impacto sobre la comunidad adyacente a estas factorías. Existe también una planta de beneficio animal ubicada en una zona de alto riesgo y control ambiental, por estar adyacente al río Únete.

- o Sector terciario

En el municipio de Aguazul, según datos de la Cámara de Comercio a 30 de junio de 2011, se encuentra que 49,1% de los establecimientos está en informalidad. Se reportaron 139 sociedades o empresas renovadas, 994 personas naturales, 171 asociaciones, 2 comités, 2 concejos empresariales, 17 cooperativas, 1 fondo de empleados y 18 fundaciones. Los establecimientos comerciales funcionan informalmente y sin componentes administrativos, contables, financieros ni estrategias comerciales. De los sectores que predominan en la prestación de servicios, se encuentra el comercio, la intermediación financiera, y los servicios públicos han sido los sectores dinámicos en los últimos diez años.

### **Mercado laboral actual**

Para el municipio de Aguazul, las tradicionales fuentes de empleo se encuentran en el sector primario de la economía, tanto en el sector agrícola, como en la ganadería que por ser de carácter extensivo, genera poca demanda de mano de obra. La mayor demanda laboral se manifiesta en los cultivos de arroz, principalmente en los periodos de siembra y cosecha. Los cultivos de palma de aceite crean plazas de empleo en particular de población masculina, para personal tanto local como foráneo. Y el auge del petróleo se ha convertido en una importante fuente de empleo para los mismos, provocando una serie de acelerados cambios económicos, fiscales y demográficos, pasando de ser una economía agrícola a ser una economía dependiente del petróleo

### **Polos de desarrollo y/o enclaves**

En el municipio de Aguazul, la explotación de los yacimientos petroleros fomentó altas tasas de crecimiento urbano y una mayor demanda de servicios públicos y de vivienda, causando flujos migratorios significativos, debido tanto al diferencial de salarios entre el sector petrolero y el resto de los sectores de la economía.

#### ➤ **Unidades territoriales menores**

- ✓ Estructura de la propiedad

Con respecto a la estructura de la propiedad, se analizó la propiedad de las unidades territoriales del Área de Influencia del Proyecto teniendo en cuenta la categorización del tamaño de la propiedad definido por el IGAC, que se constituye de cinco (5) rangos a saber: Microfundios, Menores a 3 hectáreas; Minifundios, de 3 a 10 hectáreas; Pequeña propiedad, de 10 a 20 hectáreas; Mediana propiedad, entre 20 y 200 hectáreas; y Gran Propiedad, mayores de 200 hectáreas.

En el Área de Influencia del Proyecto se encuentra un total de 59 predios, localizados principalmente en el área rural dispersa; donde la vereda San Miguel de los Farallones es la que contiene el mayor número de predios, concentrando el 44% del área de estudio, seguido de la vereda Alto lindo que concentra el 32% de los predios y finalmente Puente Cusiana con el 24%.

- ✓ Actividades productivas de los sectores primario, secundario y terciario

La preponderancia de las dinámicas económicas referidas en los numerales anteriores para el municipio de Aguazul encuentra eco en los contextos de las unidades territoriales menores estudiadas con ocasión del presente EIA, en donde se puede encontrar una fuerte presencia de la economía arrocera como principal actividad económica del sector secundario, con niveles incipientes de transformación; seguida de lejos por las prácticas agropecuarias del sector primario, enfocadas en la ganadería y la agricultura con fines de auto subsistencia; y dejando en tercer lugar al comercio y los servicios por concepto de importancia relativa de acuerdo con el criterio de área

- ✓ Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación

De acuerdo con la información recopilada, dentro de las unidades territoriales menores no se evidencia una vocación enfocada al turismo y/o recreación. Tal como se sustentó en el numeral anterior, las actividades principales se encuentran relacionadas con el sector primario y secundario de la economía de forma directa.

### 3.4.5 Dimensión cultural

#### ➤ Unidades territoriales mayores

La identidad cultural del municipio de Aguazul está integrada por 11 manifestaciones artísticas y culturales en las que se encuentra: música llanera, danza llanera, tradición oral llanera, artesanía local, coleo, jaripeo, juegos típicos de Semana Santa, gastronomía, patrimonio histórico, patrimonio cultural y vestuario.

Los eventos culturales más representativos del municipio de Aguazul, de acuerdo con la información oficial, son:

- Festival y Reinado Nacional del Arroz (Anual – Enero)
- Festival Alma Sabanera (Anual)
- Fase Municipal del Garcerero del Llano (Anual)
- Festival La Espiga de Oro (Anual)
- Festival Renacer Cristiano (Anual).

#### ✓ Usos tradicionales de los recursos naturales renovables y el medio ambiente

**Agua:** Se realiza captación de aguas superficiales y subterráneas para el abastecimiento colectivo a través de sistemas de acueducto tecnificado o artesanal, para el consumo humano y el riego de cultivos. Así mismo, prevalecen otras formas de captación como el aprovechamiento de pozos profundos.

**Aire:** La quema de residuos sólidos supone el método más usado para la disposición final de residuos sólidos en el área de influencia socioeconómica; el uso de leña para la cocción de los alimentos es la segunda fuente combustible más empleada en las unidades territoriales donde no existen redes de gas domiciliario y las quemadas controladas generan contaminación del aire, que en diferentes plazos conllevan al deterioro de la salud de las personas expuestas.

**Suelo:** Por avance de la frontera agropecuaria, es frecuente que la mayor parte de la cobertura vegetal original haya desaparecido dando paso a pastizales, cultivos tradicionales y monocultivos, lo que genera diversos riesgos para el suelo, debido al uso de agroquímicos, generando la contaminación de estos.

**Fauna y Flora:** En el municipio de Aguazul, se caracteriza por contar con alto grado de intervención de la cobertura vegetal, donde la presencia de especies silvestres suele ser más frecuente en las rondas de caños y ríos, lugares donde se presentan casos aislados de cacería.

Por otro lado, la expansión de la frontera agropecuaria para dar lugar a potreros y zonas de cultivo, el avance a gran escala del cultivo de arroz, la distribución en el territorio de infraestructura para la explotación de hidrocarburos y la incidencia de los centros poblados como puntos de concentración de mayor requerimiento de recursos naturales conforman un mosaico que muestra un grado avanzado de intervención sobre los ecosistemas originales del municipio y unidades territoriales menores que hacen parte de este estudio.

#### ➤ Unidades territoriales menores

El patrimonio cultural inmaterial hace referencia a todas las manifestaciones de tipo tradicional que las comunidades transmiten de generación en generación y que a su vez les permiten establecer relacionamientos sociales con otras comunidades, ante esto la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura –UNESCO- (2015) refiere que el patrimonio cultural inmaterial:

No se limita a monumentos y colecciones de objetos, sino que comprende también tradiciones o expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados y transmitidas a nuestros descendientes, como tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativos a la naturaleza y el universo [...] este es un importante factor del mantenimiento de la diversidad cultural frente a la creciente globalización

De igual forma, con respecto a las actividades festivas, los habitantes de las unidades territoriales identificaron que solamente celebran las fiestas decembrinas, y en algunas ocasiones la fiesta de la Virgen del Carmen que se celebra en la religión católica el 16 de julio de cada año, esta no pasa de ser una celebración de tipo religioso que no genera ningún tipo de integración entre las comunidades, a su vez las fiestas decembrinas no se realizan de forma comunitaria sino que cada familia se reúne en su vivienda y hace su celebración particular.

Con respecto a las creencias religiosas en las unidades territoriales menores predomina la presencia de la iglesia católica, sin embargo, desde hace unos años las comunidades han empezado a congregarse en iglesias evangélicas y cristianas lo que para muchos se ha traducido en beneficios porque ha creado formas de pensar diferentes en las comunidades y ha hecho que los pobladores sean más tolerantes ante diferentes situaciones, no obstante, la diversificación de creencias religiosas también genera condiciones de aislamiento para los habitantes que se traduce en la baja participación en actividades que puedan integrar a toda la comunidad

✓ **Modificaciones culturales**

En las unidades territoriales menores las principales modificaciones culturales que se han presentado están relacionadas con los cambios en la actividad tradicional de la ganadería y con las formas de reunión dentro de cada comunidad.

✓ **Bienes inmuebles declarados de interés cultural**

Para establecer si dentro de las unidades territoriales menores existían bienes inmuebles con declaratoria de patrimonio o de interés cultural, se hizo una revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo, pero no se encontró la existencia de este tipo de bienes, así mismo se indagó con las comunidades y con la secretaria de Planeación de Infraestructura del municipio, pero tampoco hubo referencia a estos.

✓ **Bases del sistema sociocultural**

Con el desarrollo de los ítems anteriores se pudo evidenciar que las comunidades de las unidades territoriales menores que hacen parte del área de influencia carecen de espacios o actividades culturales de gran relevancia para sus habitantes que den cuenta de tradiciones arraigadas, esto se presenta debido a la convergencia de diferentes culturas en los territorios lo cual ha generado que se construya un sistema sociocultural basado en la diversidad de prácticas de carácter individual, que no revisten la construcción de una identidad.

✓ **Uso y manejo del entorno**

Durante el desarrollo de trabajo de campo se identificó que las comunidades de las unidades territoriales menores tienen una relación constante con los recursos naturales existentes en su

entorno, estos recursos están relacionados con las fuentes hídricas, con recursos maderables, faunísticos y con el uso del suelo. El relacionamiento con el entorno les permite a las comunidades hacer un aprovechamiento de estos, sobre todo de subsistencia, lo cual conlleva a una presión importante sobre los mismos.

En términos generales y a partir de la información obtenida durante las actividades de campo, se puede establecer como patrón, que las comunidades hacen uso frecuente de las corrientes de agua superficial tanto para consumo humano como para el consumo de animales.

### 3.4.6 Dimensión político – organizativa

#### ➤ Unidades territoriales mayores

- ✓ Presencia institucional y organización comunitaria

Existe la presencia de la Registraduría Nacional del Estado Civil, Notarias Municipales, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF, Banco Agrario de Colombia, Defensa Civil Colombiana, Policía Nacional de Colombia, Sistema Nacional de Aprendizaje –SENA, Unidad Municipal de Asistencia Técnica –UMATA y Personería Municipal

- ✓ Administraciones municipales

Otro de los entes presentes en el municipio y de mayor importancia es la administración municipal que en la constitución Política de la República de Colombia en el Artículo 288 se afirma que la ley orgánica de ordenamiento territorial establecerá la distribución de competencias entre la Nación y las entidades territoriales

#### ➤ Unidades territoriales menores

En las unidades territoriales menores, funcionan las respectivas Juntas de Acción Comunal. Fuera de este escenario no existe otra forma de organización comunitaria que congregue un mayor número de personas.

En síntesis, son entonces las JAC las organizaciones sociales más representativas en las veredas que conforman el AID, siendo a su vez interlocutores delegados de las comunidades que representan.

### 3.4.7 Población por reasentar

La Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11, no tiene previstos procesos de reasentamientos o posibles afectaciones a viviendas o a la infraestructura social identificada en el área, toda vez que el área donde se tiene previsto el desarrollo de la actividad objeto de modificación, corresponde a un área previamente intervenida.

## 3.5 PAISAJE

El paisaje puede definirse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre la geomorfología, el clima, la vegetación, la fauna, y las modificaciones antrópicas presentes en un determinado lugar (Dunn, 1974). Al realizar un análisis de paisaje se busca definir la calidad visual del paisaje, identificar los elementos de interés visual, analizar la visibilidad, comprender la percepción del conjunto paisajístico y hacer explícitas las relaciones socioeconómicas que las poblaciones tienen con el paisaje en el área de influencia del proyecto.

Dado que para el desarrollo de las actividades objeto de la presente modificación no se requiere la intervención de nuevas áreas, de acuerdo con la actualización de la caracterización ambiental para los componentes que podrían ser influenciados por las actividades de inyección, no se identifica un cambio en el paisaje, adicionalmente la actividad principal de inyección de aguas de producción para el campo Cusiana se encuentra autorizada mediante la Resolución No. 284 de 1998 modificada por la Resolución No. 1633 de 2007, se encuentran identificados y evaluados los impactos ambientales con las respectivas medidas de manejo, que se aplicarían para la inyección de agua del pozo Cusiana R-11.

### **3.6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

Teniendo en cuenta que para la actual solicitud de Modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V de acuerdo con la Resolución 0617 de 1994 - Pozo Cusiana R-11 y que las actividades objeto de modificación se harán sobre infraestructura ya existente y/o según lo autorizado, la caracterización del área de influencia que se encuentra en la licencia previamente aprobada se mantiene vigente. En ese orden, la identificación de la sensibilidad ambiental de los componentes del medio corresponde a la misma presentada en el PMA y EIA, referenciando y de esta manera, la zonificación ambiental revisada y avalada por medio de la aprobación de la actual modificación no implica modificación.

Los procesos de inyección se realizan en formaciones geológicas profundas cuyo régimen hidrogeológico es distinto a las unidades superficiales. Las unidades superficiales y las formaciones donde se pretende realizar inyección de agua se encuentran desconectadas totalmente, desde el punto de vista hidráulico y están separadas por capas de rocas que impiden el paso de fluidos a través de ellas. Por esta razón, ningún proceso de inyección alterará las propiedades físicas e hidráulicas de las unidades hidrogeológicas tanto superficiales como subterráneo.

Con base a lo anterior, la vulnerabilidad de los acuíferos superficiales y su capacidad específica, no serán alteradas y, por consiguiente, no existe ninguna modificación a la zonificación ambiental a causa de los procesos de inyección bajo los estándares planteados y los parámetros de diseño.

En cuanto a las variables de sensibilidad para el medio socioeconómico, se contrastaron los niveles establecidos en la zonificación vigente con la actualización de la caracterización socioeconómica del medio, se revisaron los criterios y variables que conllevaron a corroborar la ponderación efectuada, de acuerdo con la validación de los diferentes atributos establecidos, y se identificó que se mantienen los mismos niveles de sensibilidad ambiental dado que la dinámica social se mantiene.

No obstante, las sensibilidades e importancia establecidas siguen estando en reciprocidad con las categorías de zonificación establecidas para este medio en la zonificación vigente.

## **4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

Teniendo presente que las actividades objeto de la modificación se harán exclusivamente dentro de las instalaciones de la Locación Cusiana R y que estas no contemplan hacer uso y aprovechamiento de recursos naturales adicionales a lo ya aprobados por las autoridades ambientales, la información relacionada con los permisos, concesiones y autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales aprobadas para la operación de la Locación Cusiana R incluyendo la actividad de inyección de agua desde el Pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario, se relaciona en el Capítulo 4 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Sin embargo, a continuación, se relaciona la información de los permisos que actualmente se encuentra vigentes y de los cuales se hace uso durante la operación de la Locación Cusiana R.

#### 4.1 AGUAS SUPERFICIALES

Teniendo presente que las actividades objeto de la modificación se harán exclusivamente dentro de las instalaciones de la Locación Cusiana R, estas no contemplan hacer uso y aprovechamiento de recursos naturales adicionales a lo ya aprobados mediante la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los pozos Cusiana R y Cusiana V (Resolución 0617 de 1994); así mismo no se modificaran los permisos ambientales otorgados por la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA – autoridad ambiental que está en jurisdicción del municipio de Aguazul, donde está ubicado el proyecto.

Como se expuso en el Capítulo 1 del presente Estudio de Impacto Ambiental, el objeto principal de la modificación es incluir la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador. Actividad autorizada mediante la Resolución 0284 de 1998 por la cual se otorga la Licencia Ambiental para realizar el proyecto INYECCIÓN DE AGUA CAMPO CUSIANA.

Se precisa que el agua destinada a inyección para recobro secundario de hidrocarburos y mantenimiento de la presión del yacimiento en el pozo Cusiana R-11, proviene principalmente del agua asociada de la producción en el Campo Cusiana, la cual se transportará hacia la Locación Cusiana R mediante la línea de conducción desde el CPF, autorizada mediante el artículo SEGUNDO de la Resolución 0284 de 1998 y asociada a los expedientes LAM1247, LAM2345 y LAM2130.

En lo que respecta al uso y aprovechamiento del recurso hídrico superficial para las otras actividades objeto de la modificación y la operación en general de la Locación Cusiana R, se mantendrán las concesiones autorizadas por la por la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA –, de acuerdo con lo anterior en la **Tabla 4-1** se relacionan los permisos de concesión de aguas superficiales vigentes

**Tabla 4-1 Puntos de captación superficiales**

PROYECTO	ID	ACTO ADMINISTRATIVO	CAR	SITIO	OBSERVACIÓN	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
						NORTE	NORTE	NORTE	ESTE
CPF Cusiana	RIUPA	200.15.07-0779	CORPORINOQUIA	Río Upamena	No se realiza captación en el punto autorizado; se encuentra en trámite el plan de desmantelamiento y abandono de las obras relacionadas con la captación	1154494	1050410	5034966,07	2116088,32
Cusiana V	RIUPA2	500.36.19-0489	CORPORINOQUIA	Río Upamena		1153950	1047600	5034418,02	2113282,26
Cusiana V	RICAJA	500.36.19-0489	CORPORINOQUIA	Río Caja		1153200	1046500	5033667,02	2112184,68

Fuente: ANTEA COLOMBIA SAS, 2022

## 5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En el presente capítulo se presenta la evaluación ambiental para la modificación la Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994 el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible (MADS) otorgó la Licencia Ambiental Ordinaria para el proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V.

Las actividades que se busca autorizar con la presente modificación corresponden a incluir la inyección de agua desde el Pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador. Actividad que se describe y detalla en el documento denominado Estudio hidrogeológico (Modelo conceptual y numérico).

### 5.1.1 Definición de impactos ambientales

La definición de los impactos ambientales la modificación la Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994 el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible (MADS) otorgó la Licencia Ambiental Ordinaria para el proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V, se realizó mediante un ejercicio de homologación multidisciplinario; cuyo objetivo era establecer los impactos socio-ambientales que se desarrollan y desarrollaran en el área de influencia de la modificación. El fundamento del ejercicio de homologación son los impactos definidos y aprobados en la Resolución No. 0617 de 1994 y el documento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2021), según los lineamientos precisados por la ANLA en la Circular Externa No, 00002 del 21 de abril de 2022

En cuanto al medio socioeconómico se presenta el resultado de la homologación de los impactos sociales identificados y presentados a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la actualización del “PLAN DE GESTIÓN SOCIAL INTEGRADO AÑO 2020” Con radicado No 2020035181-1-000 del 05 de marzo de 2020, con el objeto de su revisión, evaluación y posterior aprobación.

De igual forma, se tuvo en cuenta los resultados de los talleres de impacto ambiental realizados en las socializaciones a cada unidad territorial del área de influencia; donde la participación de la comunidad y su conocimiento del área retroalimentó el ejercicio de homologación.

Inicialmente el Estudio de Impacto Ambiental sobre el cual se pronunció y otorgó la Licencia Ambiental Ordinaria (Resolución 0617 de 1994), contaba con 67 impactos socio-ambientales repartidos en 23 elementos, finalmente, para la homologación del impacto del presente Estudio Ambiental, se establecieron 31 impactos socio-ambientales que incluyen los ya planteados en las la actual Licencia Ambiental Ordinaria y aquellos que se presentan de acuerdo a las condiciones del área y la proyección de las actividades definidas para el escenario con proyecto.

En la Tabla 5-1 presenta el ejercicio de homologación donde se observa que algunos impactos fueron integrados y se resaltan los impactos adicionales que aplican para la presente modificación

Es de precisar que el proceso de homologación y descripción de cada uno de esos 31 impacto se efectuó de acuerdo con el uso del documento de Estandarización y Jerarquización de Impactos

Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA (2021) la cual es una herramientas técnicas y normativas asociadas al licenciamiento ambiental que permite dar alcance y cumplimiento a los lineamientos para el sector de hidrocarburos que establece el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el presente documento se actualizo en cumplimiento con el numeral 8 de los términos de referencia HI-TER-1-03 para proyectos de explotación de hidrocarburos (MAVDT, 2010).<sup>21</sup> , la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018)<sup>22</sup> y la Guía de participación ciudadana para el licenciamiento ambiental (MADS, 2018).

---

*21 Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible). Términos de Referencia HI-TER-1-03 para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de Explotación de hidrocarburos. Bogotá D.C. MAVDT. 2010.*

*22 Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Resolución 1402 del 25 de julio de 2018, modificada por las Resoluciones 114 del 29 de enero de 2019 y 1107 del 1 de agosto de 2019. Bogotá D.C. MADS.*

**Tabla 5-1 Homologación de impactos ambientales para la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria (Res. 0617/1994)**

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS (Resolución 0617 de 1994)	ID	HOMOLOGACIÓN IMPACTOS	
GEOMORFOLOGÍA	Geomorfológico	Alteración de la fisiografía natural	ABI-01	Alteración de la geoforma del terreno	
		Alteración de las geoformas naturales			
GEOTECNIA	Morfodinámica	Alteración de la estabilidad de los terrenos	ABI-02	Alteración de las condiciones geotécnicas	
		Hundimiento y agrietamiento			
		Iniciación de procesos inestables			
		Mejoramiento de la estabilidad			
		Mejoramiento de la estabilidad de los taludes			
SUELOS	Suelos	Alteración de la capa orgánica del suelo	ABI-03	Alteración a la calidad del suelo	
		Alteración puntual de la capa orgánica del suelo			
		Remoción de la capa orgánica del suelo	ABI-04	Cambio en la aptitud del suelo	
		Retención de material			
HIDROLÓGICO	Características fisicoquímicas de las aguas superficiales	Conservación y recuperación	ABI-05	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	
		Alteración de la calidad del agua por lixiviación			
		Alteración de la calidad del agua superficial por contingencia			
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua			
	Caudal	Caudal	Control de la calidad	ABI-06	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial
			Deterioro de la calidad de agua superficial		
			Regulación de los caudales		
			Disminución de los caudales		
			Disminución de los caudales		
	Patrones de drenaje	Patrones de drenaje	Disminución de la cantidad de agua de las quebradas	ABI-07	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico
			Disminución de la cantidad de agua de las quebradas		
			Retención y Producción del Caudal		
			Alteración patrón de micro drenaje		
Restitución de la red de drenaje					
HIDROGEOLOGÍA	Características fisicoquímicas de las aguas subterráneas	Alteración patrón de micro drenaje	ABI-08	Cambio de las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua subterránea (acuíferos someros y aflorantes)	
		Afectación de red drenaje actual			
		Encausamiento de los cuerpos menores			
		Alteración capacidad portante			
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua			
Control de la calidad					
Alteración de la calidad del agua del acuífero por contingencia					
Alteración de la calidad del acuífero					
Alteración de la calidad fisicoquímica del agua					

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS (Resolución 0617 de 1994)	ID	HOMOLOGACIÓN IMPACTOS
	Nivel freático	Regulación de los caudales	ABI-09	Cambio en las características fisicoquímicas de las aguas subterráneas (unidades receptoras)
		Disminución retención para acuíferos	ABI-10	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo
		Alteración de áreas de recarga		
		Aumento del caudal de los acuíferos		
PAISAJE	Calidad visual del paisaje	Cambio cromático de áreas verdes a áreas limpias	ABI-11	Cambio en la estética característica del paisaje
	Percepción del paisaje	Recuperación estética del área	ABI-12	Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje
		Intromisión visual		
		Intromisión visual de campamentos		
		Intromisión visual de equipos		
		Intromisión visual de la vía		
		Intromisión visual de maquinaria pesada		
	Paisaje			
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Flora	Afectación de la biomasa	BIO-01	Alteración a comunidades de flora
		Restitución de la vegetación	BIO-02	Alteración a cobertura vegetal
	Fauna	Ahuyentamiento de la fauna adyacente a la localización	BIO-03	Alteración a comunidades de fauna terrestre
		Ahuyentamiento de la fauna de la zona		
		Ahuyentamiento de la fauna vecina		
		Alteración del hábitat de especies		
Aparición de nuevas enfermedades	BIO-04	Alteración a ecosistemas acuáticos		
Restitución de hábitats				
ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Recursos hidrobiológicos	Deterioro de especies	BIO-04	Alteración a ecosistemas acuáticos
		Alteración del hábitat de especies		
DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA	Población	Generación de migraciones	SOC-01	Cambio en la dinámica migratoria
DIMENSIÓN ESPACIAL	Recursos Naturales		SOC-02	Conflicto por el manejo de los recursos naturales
	Servicios Sociales		SOC-03	Cambio en la inversión del Estado para infraestructura de servicios
	Servicios Públicos	Presión sobre los servicios públicos	SOC-04	Cambio en la cobertura de servicios públicos y sociales
		Presencia de enfermedades		
		Presión sobre la capacidad Instalada		

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS (Resolución 0617 de 1994)	ID	HOMOLOGACIÓN IMPACTOS
	Servicios Sociales		SOC-05	Cambio en la infraestructura vial
			SOC-06	Cambios derivados de la nueva dinámica vial
DIMENSIÓN ECONÓMICA	Mercado laboral	Generación de empleo	SOC-07	Cambio en la dinámica de empleo
		Generación de nuevas actividades	SOC-08	Cambios en el sistema productivo de la región
		Aumento del costo de vida		
	Estructura de la propiedad	Aumento del costo de la tierra		
DIMENSIÓN POLÍTICO - ORGANIZATIVA	Organización y gestión comunitaria	Generación de expectativas	SOC-09	Conflicto laboral y social
			SOC-10	Fortalecimiento de las organizaciones comunitarias
			SOC-11	Cambio de ingresos municipales
			SOC-12	Expectativas de inversión y acompañamiento por parte de instituciones públicas
			SOC-13	Dependencia de los ingresos generados por la industria petrolera
			SOC-14	Cambios en la planeación de aspectos socio ambientales
DIMENSIÓN CULTURAL	Cultura		SOC-15	Cambio en las dinámicas culturales

**Nota 1:** Los impactos subrayados en color gris son adicional a la lista de impactos relacionado en el documento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA ( 2021).

**Nota 2:** Los impactos del componente socioeconómico están alineados con la actualización del “PLAN DE GESTIÓN SOCIAL INTEGRADO AÑO 2020” Con radicado No 2020035181-1-000 del 05 de marzo de 2020, el cual se encuentra en evaluación por parte de la autoridad ambiental.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2020)

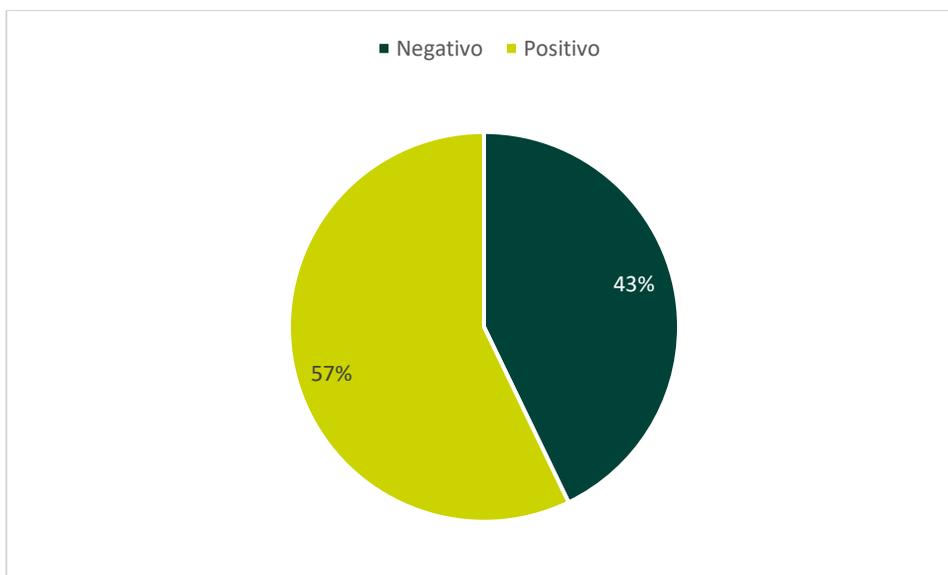
➤ **Evaluación escenario sin proyecto**

Una vez efectuada la evaluación de los impactos que pueden actualmente son generados por las actividades de operación de la Locación Cusiana R en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se puede establecer el nivel de afectación de cada elemento del entorno, teniendo en cuenta tanto los efectos negativos como los positivos; de igual forma se identifica la cantidad de impactos por tipo de alteraciones sobre cada uno de los componentes; y finalmente se establecen las actividades más críticas en cada una de las fases del establecidas.

En total se tiene 28 interacciones de las cuales se identifican 15 como negativo, es decir el 54% de las interacciones en los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en relación con los impactos de carácter positivo se tienen 13 interacciones con el 46% (Figura 5-1).

**Tabla 5-2 Tipo de impactos identificados escenario sin proyecto**

MEDIO	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO											TOTAL IMPACTOS
	IMPACTOS NEGATIVOS						IMPACTOS POSITIVOS					
	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTA	MUY ALTA	TOTAL	MUY BAJO +	BAJO+	MEDIO+	ALTA+	TOTAL	
Abiótico	2	1	3	1	0	7	0	0	3	2	5	12
Biótico	0	0	1	2	0	3	0	0	1	3	4	7
Socioeconómico	0	1	4	0	0	5	0	1	3	0	4	9
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>28</b>



**Figura 5-1 Distribución porcentual de impactos por carácter para el escenario sin proyecto**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

De acuerdo con la evaluación y análisis, el medio abiótico es el que resulta más afectado con la ejecución de las actividades del proyecto, reportando la mayor cantidad de impactos con el 77%, seguido por el medio socioeconómico y biótico con el 33% y 20%.

➤ **Evaluación escenario con proyecto**

Una vez efectuada la identificación y evaluación de los impactos que pueden provocarse por el desarrollo de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria otorgada mediante la Resolución No. 0617 del 29 de diciembre de 1994, modificada por las Resoluciones 2122 del 6 de diciembre de 2007 y 1420 del 24 de julio de 2009, en el sentido de incluir la inyección de agua desde el pozo Cusiana R-11 como estrategia de recobro secundario con la finalidad de facilitar el mantenimiento de la presión del yacimiento y consiguiente recuperación de petróleo en la formación Mirador.

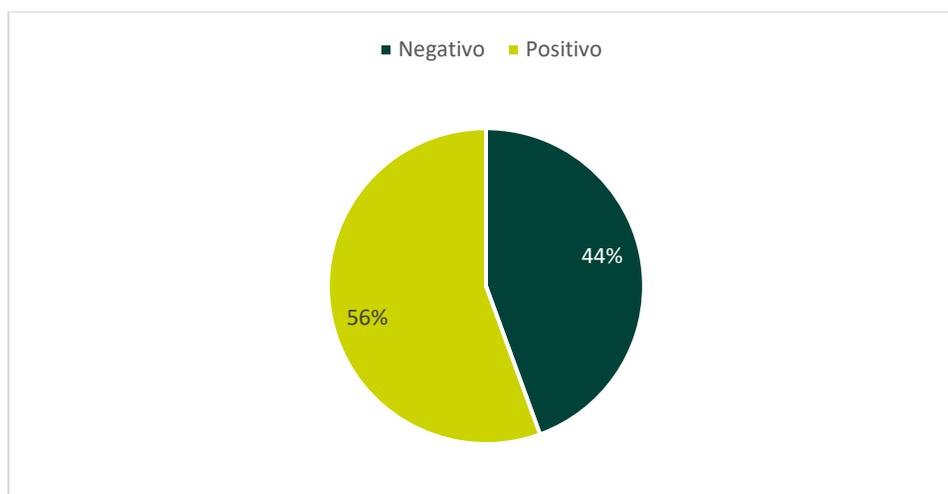
Para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se puede establecer el nivel de afectación de cada elemento del entorno, teniendo en cuenta tanto los efectos negativos como los positivos; de igual forma se identifica la cantidad de impactos por tipo de alteraciones sobre cada uno de los componentes; y finalmente se establecen las actividades más críticas en cada una de las fases de la modificación propuesta.

En total se tiene 9 interacciones de las cuales se identifican 4 como negativo, es decir el 44,44% de las interacciones en los medios abiótico y socioeconómico que con ocasión de la modificación podrán generarse (Figura 5-2), en relación con los impactos de carácter positivo se tienen 5 interacciones con el 55,56% (Tabla 5-3).

**Tabla 5-3 Tipo de impactos identificados escenario con proyecto**

MEDIO	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO											TOTAL IMPACTOS
	IMPACTOS NEGATIVOS						IMPACTOS POSITIVOS					
	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTA	MUY ALTA	TOTAL	MUY BAJO +	BAJO+	MEDIO+	ALTA+	TOTAL	
Abiótico	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	1	3
Biótico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	0	0	2	0	0	2	0	2	2	0	4	6
Total	0	2	2	0	0	4	0	3	2	0	5	9

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022



**Figura 5-2 Distribución porcentual de impactos por carácter para el escenario con proyecto**

Fuente: ANTEA Colombia S.A.S., 2022

De acuerdo con la evaluación y análisis, hay una afectación igual para el medio abiótico y socioeconómico por el desarrollo de las actividades de la modificación, reportando que los impactos se comportan en la misma proporción para los dos medios. En lo que respecta al medio biótico, las actividades objeto de la presente modificación no materializan la manifestación de impactos sobre este medio.

## 6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

La zonificación de manejo tiene como propósito establecer, para el área de influencia, zonas homogéneas de acuerdo con el grado con el cual pueden ser intervenidas por el proyecto y se obtiene, a partir de la integración de la información proveniente de la zonificación ambiental, de las características del proyecto, del uso y aprovechamiento de recursos y de la evaluación ambiental.

Sin embargo, dado que para el desarrollo de las actividades objeto de la presente modificación no se requiere la intervención de nuevas áreas, y que, tal como se sustenta en el Capítulo 3.6, de acuerdo con la actualización de la caracterización ambiental para los componentes que podrían ser influenciados por las actividades de inyección no se identifica un cambio en la zonificación ambiental ya aprobada para la modificación del proyecto, se sostiene la misma zonificación de manejo ambiental del proyecto establecida de acuerdo a la Resolución 0617 de 1994.

## 7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En el presente capítulo se plantean las medidas de manejo ambiental que permitirán prevenir, mitigar, controlar y/o compensar los impactos que pueden generarse por las actividades asociada a la habilitación del Pozo denominado Cusiana R-11 de manera que pase de inyector de gas a inyector de agua, objeto de la presente modificación.

Para esto se solicita la inclusión de un (1) nuevos programas, dicho programa está enfocado a las acciones a implementar durante el desarrollo de la actividad de reinyección en el pozo Cusiana R-11 con el fin de controlar la no afectación de las aguas subterráneas de interés para la comunidad o someras. Estas acciones enfocadas al manejo para la actividad de inyección, con el fin de trasladar las acciones pertinentes para el manejo de aguas de producción a los subprogramas o fichas propuestas para el manejo de la inyección de agua con fines de disposición y recobro.

Las nuevas medidas de manejo propuestas son complementarias a las que actualmente se encuentran vigentes para el proyecto de operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V, establecido en la Resolución 0617 de 1994 por las cuales se aprueba el Plan de Manejo Ambiental de este. A continuación, se presentan los programas de manejo vigentes en cumplimiento de lo establecido por el Artículo Primero de la Resolución 0617 de 1994 (ver **Tabla 7-1** y **la Tabla 7-2**).

En relación al Plan de Gestión Social, es importante señalar que Ecopetrol S.A., presentó a la ANLA, la actualización del “PLAN DE GESTIÓN SOCIAL INTEGRADO AÑO 2020” mediante radicados: 2020035347-1-000 de fecha 05 de marzo de 2020 (CUSIANA T, LAM 0046), 2020035181-1-000 de fecha 05 de marzo de 2020 (CUSIANA R Y V, LAM0017), 2020059028-1-000 de fecha 17 de abril de 2020 (CUSIANA T, LAM1651), con el propósito de ser revisado, evaluado y posteriormente aprobado, a fin de unificar las medidas de manejo como instrumento de control, seguimiento y monitoreo del componente socio-económico de los Campos Cusiana, Cupiagua y Recetor, operados por la Empresa en la Gerencia de Operaciones de Desarrollo y Producción Piedemonte – GDP.

De la actualización presentada por la empresa, la ANLA mediante oficio No 2021070419-2-000 del 15 de abril de 2021, solicitó aclaraciones en algunos casos y en otros, ajustes a la propuesta presentada Ecopetrol S.A. De conformidad con lo anterior, Ecopetrol S.A. mediante radicado No. 2021096043-1-000 de 14 de mayo de 2021, solicitó a la Autoridad Ambiental la prórroga del término concedido para efectuar los ajustes del PGSI, petición que fue atendida de manera favorable por la ANLA bajo el oficio No. 2021119921-2-000 de 16 de junio de 2021, otorgado para el efecto la prórroga por un término igual al concedido inicialmente correspondiente a un (1) mes. Así las cosas, mediante radicando ANLA No. 2021147332-1-000 del 19 de julio de 2021 ECP presentó respuesta a las aclaraciones y ajustes solicitados por la ANLA.

Posteriormente la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA, mediante Resolución No. 02438 de 31 de diciembre de 2021, notificada electrónicamente en la misma fecha, aprobó la actualización del Plan de Gestión Social de los Campos Cusiana, Cupiagua y Recetor. Sin embargo, el aludido acto administrativo no ha adquirido firmeza si se tiene en cuenta que mediante radicado No. 2022005776-1-000 de 17 de enero de 2022, la Empresa interpuso recurso de reposición en su contra, el cual no se ha resuelto a la fecha.

De acuerdo con lo anterior, se precisa que la actualización del alcance y actividades de los programas de gestión social se presenta en los programas que contienen la información precisa para la ejecución y aplicación según su naturaleza, el programa PSMS corresponde a las acciones de seguimiento y monitoreo social que busca evaluar constantemente el funcionamiento del PGSI.

A continuación, se presentan los programas de Gestión Social que se implementarán a partir del año 2020, y en la Tabla 7-2 se relaciona la estructura del Plan de Gestión Social Integrado (2014-2018) año 2020, presentado en el Informe de Cumplimiento Ambiental No. 25 de la locación Cusiana R del Campo Cusiana, el periodo reportado obedece a los meses comprendidos entre enero a diciembre de 2020

## **PROGRAMAS DE GESTIÓN SOCIAL**

PGS-1 Información y Comunicación a Comunidades y Autoridades: Garantiza la información oportuna y veraz a la comunidad. La actualización busca precisar las acciones de manejo.

PGS-2 Atención de Quejas y Reclamos Socioambientales: Las medidas demuestran efectividad, sin embargo, de acuerdo con los cambios en la normatividad frente a la atención de los derechos de petición en Ecopetrol, particularmente la Resolución 01 del 7 de enero de 2014, el procedimiento para la atención de PQRS se actualizó. De esta se propone actualización teniendo en cuenta el procedimiento GOC-P-004 - de la Gestión del Derecho de Petición – PQRS, actualizado en el año 2016.

PGS-3 Contratación de mano de obra no calificada del área local: Su desarrollo corresponde a la política de empleo y protección del cesante, establecida en el Decreto Único Reglamentario No. 1072 del 26 de mayo de 2005, Decreto 1678 del 21 octubre de 2016 y Decreto 1158 del 25 de junio de 2019, siendo competencia de la Unidad de Servicio Público de Empleo del Ministerio de Trabajo, el seguimiento de estas medidas.

PGS-4 Inducción Socioambiental a trabajadores: La actualización busca precisar las acciones de manejo en este programa.

PGS-5 Educación Ambiental a Comunidades: Las actividades del programa se orientarán de acuerdo con la Estrategia de Entorno de Ecopetrol S.A.

- 
- PGS-6.1 Fortalecimiento a las Juntas de Acción Comunal: Las actividades del programa se orientarán de acuerdo con la Estrategia de Entorno de Ecopetrol S.A.
- PGS-6.2 Apoyo a la Gestión Municipal y Regional: Las actividades del programa se orientarán de acuerdo con la Estrategia de Entorno de Ecopetrol S.A.
- PGS-7 Apoyo a la Reafirmación Cultural: Las actividades del programa se orientarán de acuerdo con la Estrategia de Entorno de Ecopetrol S.A.
- PGS-8 Seguridad Vial: Sensibiliza a la comunidad sobre la importancia de cumplir las normas de seguridad vial y disminuye los índices de accidentalidad.
- PGS-9 Fortalecimiento a la Economía Regional: De acuerdo con la orientación de la Unidad Administrativa Especial de Organizaciones Solidarias-UAEOS-, las bancas comunales no se encuentran facultadas dentro la normatividad colombiana para desarrollar una línea de crédito; por tal razón el programa debe reformularse teniendo en cuenta esta orientación.
- PSMS Se realiza un análisis permanente de todas las actividades y resultados de las medidas formuladas en el Plan de Gestión Social Integrado, lo cual contribuye no solo al aseguramiento del cumplimiento de los compromisos adquiridos para la ejecución del plan social, sino que a través del acompañamiento se realizan recomendaciones para el mejoramiento en el desempeño de los compromisos sociales y el cumplimiento de los indicadores planteados para cada programa.

Es importante señalar que para la presente modificación solamente se relacionaran las fichas de manejo que corresponda a los dos impactos del medio socioeconómico identificados y evaluados como se presentó en el Capítulo 5 del presente Estudio de Impacto Ambiental.

**Tabla 7-1 Programas de manejo ambiental incluidos en el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la Resolución 0617 de 1994 – Cusiana R**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ETAPA			FECHA
		CONSTRUCCIÓN	PERFORACIÓN	OPERACIÓN	
6.1	Manejo de recurso agua	X	X	X	Agosto 16 de 1994
6.1.1	Manejo de las aguas lluvias en las locaciones	X	x	X	Agosto 16 de 1994
6.1.2	Manejo de aguas lluvias en las vías de acceso	X			Agosto 16 de 1994
6.1.3	Manejo de las aguas corrientes para las locaciones y las vías de acceso	X			Agosto 16 de 1994
6.1.4	Manejo de las aguas de subdrenaje	X			Agosto 16 de 1994
6.2	Manejo de actividades de construcción	X			Agosto 16 de 1994
6.3	Manejo de residuos líquidos y sólidos	X	X	X	Agosto 16 de 1994
6.3.1	Manejo de residuos líquidos domésticos	X	X	X	Agosto 16 de 1994
6.3.2	Manejo de residuos líquidos industriales	X	X	X	Agosto 16 de 1994
6.3.3	Manejo de residuos sólidos domésticos industriales		x	X	Agosto 16 de 1994

Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022.

**Tabla 7-2 Estructura del Plan de Gestión Social Integrado 2020 -**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ETAPA			FECHA
		CONSTRUCCIÓN	PERFORACIÓN	OPERACIÓN	
PGS-1	Información y comunicación a comunidades y autoridades			X	Julio 4 de 2014
PGS-2	Atención de quejas y reclamos socioambientales			X	Julio 4 de 2014
PGS-4	Introducción socioambiental a trabajadores			X	Julio 4 de 2014
PGS-5	Educación ambiental a comunidades			X	Julio 4 de 2014
PGS-6.1	Fortalecimiento a las juntas de acción comunal			X	Julio 4 de 2014
PGS-6.2	Apoyo a la gestión municipal y regional			X	Julio 4 de 2014
PGS-7	Apoyo a la reafirmación cultural			X	Julio 4 de 2014
PGS-9	Fortalecimiento a la economía regional			X	Julio 4 de 2014
PSMS	Programa de seguimiento y monitoreo al plan de gestión social			X	Julio 4 de 2014

**Nota 1:** EL Plan de Manejo Ambiental del medio socioeconómico esta actualizado con el “PLAN DE GESTIÓN SOCIAL INTEGRADO AÑO 2020” Con radicado No 2020035181-1-000 del 05 de marzo de 2020, el cual se encuentra en evaluación por parte de la autoridad ambiental.

Fuente: PLAN DE GESTIÓN SOCIAL INTEGRADO AÑO 2020. Adaptado por: ANTEA Colombia SAS, 2022

Teniendo en cuenta lo anterior, como parte de la presente modificación se solicita:

- Modificar el Artículo primero de la Resolución 0617 de 1994 en el sentido de incluir el Programa 6.4.1 Manejo para la actividad de reinyección en el pozo Cusiana R-11, siendo incluido en el PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN.
- Actualizar la Ficha de Plan de Manejo Ambiental con Código 6.3.3 en el sentido de incluir las acciones asociadas a la actividad objeto de la modificación.

En ese orden, la presente modificación propone, que conforme al actual Plan de Manejo Ambiental como resultado de la presente modificación sean los que se presentan en la **Tabla 7-3**. En color gris se resaltan los programas adicionales a los establecidos por Resolución 0617 de 1994 y el subprograma a modificar, como parte de la presente modificación.

**Tabla 7-3 Medidas de Manejo Ambiental que se propone conformen el Plan de Manejo Ambiental como resultado de la presente modificación**

ESTRUCTURA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ÁREA DE POZOS CUSIANA R		
CODIFICACION DE PROGRAMA Y PROYECTOS O FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VERSIÓN APROBADA / FECHA
6.1.1	Manejo de las aguas lluvias en las locaciones	Diciembre 29 de 1994
6.3.1	Manejo de residuos domésticos	Diciembre 29 de 1994
6.3.2	Manejo de residuos líquidos industriales	Diciembre 29 de 1994
6.3.3	Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales	OBJETO DE LA MODIFICACIÓN
6.4.1	Manejo para la actividad de reinyección en el pozo Cusiana R-11	OBJETO DE LA MODIFICACIÓN

Fuente: Ecopetrol S.A. Adaptado por: Antea Colombia SAS, 2022.

Con el objetivo de identificar los programas de manejo que contienen las acciones para la prevención, mitigación, corrección y compensación de los posibles impactos generados por cada actividad objeto de modificación en la **Tabla 7-4**, se relaciona la actividad con el subprograma respectivo. Es importante tener presente que las actividades conexas a la inyección de agua que se realizarán bajo lo autorizado en la Resolución 0284 del 26 de marzo de 1998, otorgó Licencia Ambiental a BP EXPLORATION COMPANY COLOMBIA LIMITED para el proyecto "Inyección de agua Campo Cusiana", acto administrativo que contempla la evaluación ambiental de dicha actividad y respectivo Plan de Manejo Ambiental vigente y, por ende, no se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 7-4 Programas asociados al manejo de los posibles impactos generados por las actividades objeto de la modificación**

ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	SUBPROGRAMA DEL PMA QUE CONTIENE LAS MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS
Inyección (Conversión de pozos)	1 Instalación de campamentos temporales	6.3.1. Manejo de residuos domésticos 6.3.3. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales
	2 Reemplazo de Tubería y Accesorios	6.3.1. Manejo de residuos domésticos 6.3.3. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales
	3 Prueba hidrostática	6.3.2. Manejo de residuos líquidos industriales 6.3.3. Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales.
Operación	4 Mantenimiento del pozo	6.3.2. Manejo de residuos líquidos industriales 6.4.1 Manejo para la actividad de reinyección en el pozo Cusiana R-11.

Fuente: Ecopetrol S.A. Adaptado por: Antea Colombia SAS, 2022.

## 8 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El Programa de Seguimiento y Monitoreo desarrollado en el presente capítulo establece las actividades que deben implementarse con el fin de evaluar periódicamente el desarrollo, cumplimiento y eficacia de las medidas propuestas en la presente modificación.

Las nuevas medidas de seguimiento y monitoreo propuestas son complementarias a las que actualmente se encuentran vigentes para el proyecto la operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V, establecido en la Resolución 0617 de 1994 por las cuales se aprueba el Plan de Manejo Ambiental de este. A continuación, se presentan la estructura del Programa de Seguimiento y Monitoreo vigentes en cumplimiento de lo establecido por el Artículo Primero de la Resolución 0617 de 1994 (ver **Tabla 8-1**).

**Tabla 8-1 Programas de Seguimiento y Monitoreo incluidos en el Plan de Manejo Ambiental aprobado por la Resolución 0617 de 1994 – Cusiana R**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA
SM-1	Seguimiento a la gestión socioeconómica	Agosto 16 de 1994
SM-2	Seguimiento a la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos	Agosto 16 de 1994
SM-3	Seguimiento a la recuperación vegetal	Agosto 16 de 1994
SM-4	Seguimiento a los procesos erosivos e inestabilidad geotécnica.	Agosto 16 de 1994

*Fuente: Resolución 0617 de 1994. Adaptado por: Antea Colombia SAS, 2022.*

Teniendo en cuenta la actualización realizada a la Licencia Ambiental Ordinaria, la normatividad vigente, las estrategias de desarrollo actuales y propuestas para la presente modificación y los lineamientos establecidos en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, 2018), se propone a continuación un Programa de Seguimiento y Monitoreo – PSM compuesto por dos temas:

- Seguimiento y monitoreo a los planes y programas: tiene como propósito revisar la eficacia y confiabilidad de estos, así como identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto y de sus planes y programas, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar (MADS, 2018).
- Seguimiento y monitoreo a la tendencia del medio: corresponde al seguimiento y monitoreo al cambio de los factores ambientales que ocurre como resultado de la ejecución de las actividades propuesta en la modificación. Se efectúa mediante la medición de parámetros ambientales, el cálculo de indicadores y el desarrollo de análisis que interpreten los resultados obtenidos durante el monitoreo (MADS, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, como parte la presente modificación se solicita:

- Incluir en el Plan de Seguimiento y Monitoreo del Plan de Manejo Ambiental Ficha 6.4.1 Manejo para la actividad de reinyección en el pozo Cusiana R-11

En ese orden, la presente modificación propone que conforme al actual Programa de Seguimiento y Monitoreo como resultado de la presente modificación sean los que se presentan en la **Tabla 8-2**. En color gris se resaltan los programas adicionales a los establecidos por Resolución 0617 de 1994 y el subprograma a modificar, como parte de la presente modificación.

**Tabla 8-2 Medidas de Seguimiento y Monitoreo que se propone conformen el Programa de Seguimiento y Monitoreo como resultado de la presente modificación**

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO EN EL ÁREA DE POZOS CUSIANA R-11		
CODIFICACIÓN DE PROGRAMA Y PROYECTOS O FICHAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VERSIÓN APROBADA / FECHA
SM-1	Seguimiento a la gestión socioeconómica	Agosto 16 de 1994
SM-2	Seguimiento a la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos	Agosto 16 de 1994
SM-3	Seguimiento a la recuperación vegetal	Agosto 16 de 1994
SM-4	Seguimiento a los procesos erosivos e inestabilidad geotécnica.	Agosto 16 de 1994
SM-5	Manejo para la actividad de inyección	OBJETO DE LA MODIFICACIÓN

*Fuente: Ecopetrol S.A. Adaptado por: Antea Colombia SAS, 2022.*

Con el objetivo de identificar los subprogramas de seguimiento y monitoreo que contienen las acciones previstas por cada actividad objeto de modificación en la **Tabla 8-3**, se relaciona la actividad con el subprograma respectivo. Es importante tener presente que las actividades conexas a la inyección de agua que se realizarán bajo lo autorizado en la Resolución 0284 del 26 de marzo de 1998, otorgó Licencia Ambiental a BP EXPLORATION COMPANY COLOMBIA LIMITED para el proyecto "Inyección de agua Campo Cusiana", acto administrativo que contempla la evaluación ambiental de dicha actividad y respectivo Plan de Manejo Ambiental vigente y, por ende, no se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8-3 Subprogramas asociados al manejo de los posibles impactos generados por las actividades objeto de la modificación**

ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	SUBPROGRAMA DEL PSM QUE CONTIENE LAS MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS
Inyección (Conversión de pozos)	1 Instalación de campamentos temporales	SM-1 Seguimiento a la gestión socioeconómica
	2 Reemplazo de Tubería y Accesorios	SM-2 Seguimiento a la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos
	3 Prueba hidrostática	SM-2 Seguimiento a la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos
Operación	4 Mantenimiento del pozo	SM-2 Seguimiento a la calidad del agua y los recursos hidrobiológicos

Fuente: Ecopetrol S.A. Adaptado por: Antea Colombia SAS, 2022.

## 9 PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

El PGR incluido en el capítulo 9 presenta los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre para todas las actividades en superficie que se desarrollan y se desarrollaran en el marco de la modificación de la Licencia Ambiental Ordinaria para la Construcción y Operación de los Pozos Cusiana R y Cusiana V.

Como conclusión del ejercicio para amenazas naturales y socio-naturales, los escenarios de riesgo valorados son tolerables para la operación, en el caso los escenarios con calificación MEDIA se debe llevar un control de la forma como se monitorea el riesgo, en caso de no encontrar alternativas para eliminar el riesgo. Para el caso de los escenarios de riesgo valorados con la categoría BAJA, el riesgo es aceptable, lo que quiere decir que no se requieren de nuevas medidas o controles.

En conclusión para amenazas de origen antrópico y de origen tecnológico, los escenarios de riesgo valorados son tolerables para la operación, en el caso de los escenarios con calificación H (Alta) se debe llevar un control de la forma como se monitorea el riesgo, en caso de no encontrar alternativas para eliminar el riesgo. Para el caso de los escenarios de riesgo valorados con la categoría M (Medio), se deberá evaluar si existe una posibilidad costo-beneficio para reducir más el riesgo, es decir alcanzar el nivel riesgo más bajo que sea razonablemente práctico. Adicionalmente, se debe evaluar cuantos y cuales controles se pueden implementar para llegar al mínimo valor de riesgo posible.

De acuerdo con los análisis realizados por condiciones geológicas y el riesgo relativo, donde el primero es bajo y el segundo también arrojó una calificación de bajo, el riesgo total de afectación a la calidad del agua de los acuíferos por el proceso de inyección de agua para recobro secundario y mantenimiento de la presión del yacimiento en el pozo Cusiana R-11 del campo Cusiana se considera bajo, lo que significa que el riesgo es aceptable, esto gracias a los controles y medidas que desarrolla la operación en la etapa preoperativa de ejecución del proyecto.

Adicionalmente se presentan las medidas de monitoreo propuestas para la gestión del riesgo para la operación de la estrategia de inyección de agua en la locación Cusiana R-11.

## 10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

El plan de abandono y la restauración final para las actividades objeto de la presente modificación corresponde al mismo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental Área de pozos Cusiana R y Cusiana V, elaborado por Auditoria Ambiental Ltda. Y sobre el cual se pronunció el Ministerio de Medio Ambiente hoy Ministerio de Ambiental y Desarrollo Sostenible (MADS) mediante la Resolución No. 0617 de diciembre 29 de 1994 con la cual otorgó la Licencia Ambiental Ordinaria para el proyecto construcción y operación del área de pozos múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V.

## 11 PLAN DE INVERSIÓN del 1%

Por medio de las Resoluciones 2174 del 23 de noviembre de 2018 y 1074 de 17 de junio de 2019 ANLA modifica la obligación de inversión de no menos del 1% del proyecto "Cusiana R y Cusiana V", en el sentido de incluir como línea general de inversión del 1% las Acciones de protección, conservación y preservación a través de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación, dentro de las cuales se incluye el desarrollo de proyectos de uso sostenible, para desarrollarse a través de Acciones de conservación con Proyecto productivo de uso sostenible de Sistema Agroforestales, en el área del Núcleo Piedemonte, de conformidad con dispuesto en el literal a) del numeral 1 del Artículo 2.2.9.3.1.9 del Decreto 1076 de 2015, incorporado por el Decreto 2099 de 2016.

Tras la solicitud de acogimiento al porcentaje incremental contemplado en artículo 321 del Plan Nacional de Desarrollo - PND (Ley 1955 del 25 de mayo del 2019), presentado por ECOPETROL S.A en noviembre de 2019 para el proyecto “Cusiana R y Cusiana V”, entregó el plan de inversión de 1% actualizado, proponiendo continuar con la línea general de inversión aprobada en 2018 y 2019 e incluye nuevos incentivos (agroforestal y hogares ecológicos), presentando un cronograma unificado y proyección financiera de los montos totales pendientes por invertir. Evaluada la información presentada, ANLA emite la Resolución No. 1968 del 04 de diciembre de 2020 por la cual se modifica el artículo primero de la Resolución 2122 del 6 de diciembre de 2007, la cual, modificó la Resolución 0617 del 29 de diciembre de 1994, en el sentido de aprobar el acogimiento al porcentaje incremental señalado en artículo 321 de la Ley 1955 del 25 de mayo del 2019, presentado por ECOPETROL S.A., para el proyecto “Construcción y Operación del Área de Pozos Múltiples denominados Cusiana R y Cusiana V”, la cual fue objeto de recurso de reposición por medio del radicado No. 2020227637-1-000 de 22 de diciembre de 2020, sin pronunciamiento a la fecha.

Ahora bien, es pertinente mencionar que debido a la emergencia sanitaria decretada por el Ministerio de Salud a causa del coronavirus COVID-19 hasta el 31 de agosto de 2020, adoptó medidas sanitarias con el objeto de prevenir y controlar la propagación del coronavirus COVID-19 en el territorio nacional y mitigar sus efectos, entre los cuales se ordenó el aislamiento preventivo obligatorio y medidas sanitarias que afectan la prestación corriente de los servicios y actividades a desarrollar, se informó a la ANLA la interrupción de actividades relacionadas con el cumplimiento de la inversión de 1% mediante comunicación con radicado 2020223436-1-000 de 16 de diciembre de 2020, no obstante, se han desarrollado algunas actividades las cuales se encuentran documentadas en el Informe Consolidado No. 2 de inversión forzosa de no menos del 1% en el Núcleo Piedemonte y Subzona hidrográfica del Río Cusiana del periodo Enero a diciembre de 2020.

Teniendo presente que las actividades objeto de la modificación se harán exclusivamente dentro de las instalaciones de la Locación Cusiana R y que estas no contemplan hacer uso y aprovechamiento de recursos naturales adicionales a lo ya aprobados por las autoridades ambientales, la información relacionada con el **PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%**, se mantiene en el estatus y condiciones anteriormente mencionadas y no se presenta ninguna modificación.