



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA  
AMBIENTAL DEL CAMPO RUBIALES**

**RESUMEN EJECUTIVO**



## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0. RESUMEN EJECUTIVO	1
0.1 GENERALIDADES	1
0.1.1 ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN	8
0.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	28
0.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	28
0.2.2 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES	42
0.2.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	44
0.2.4 COSTO DEL PROYECTO	48
0.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA	50
0.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA	50
0.3.2 MEDIO FÍSICO	77
0.3.3 MEDIO BIÓTICO	133
0.3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO	138
0.3.5 PAISAJE	148
0.3.6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	150
0.4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS	152
0.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL	159
0.5.1 Participación comunitaria	160
0.5.2 Escenario sin Proyecto	163
0.5.3 Escenario con Proyecto	166
0.5.4 Evaluación Económica	172
0.6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	174
0.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	177
0.7.1 Medio Abiótico	177
0.7.2 Medio Biótico	179
0.7.3 Medio Socioeconómico	179
0.8 PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	180
0.8.1 PSM del medio Abiótico	180
0.8.2 PSM del medio Biótico	181
0.8.3 PSM del medio Socioeconómico	182
0.9 PLAN DE CONTINGENCIA	183
0.9.1 Proceso de Conocimiento del riesgo	184
0.10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL	186
0.10.1 Elementos involucrados en el plan de abandono, desmantelamiento y restauración final	187
0.10.2 Medidas De Manejo	189
0.11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%	197
0.12 PLAN DE COMPENSACIÓN	197
0.12.1 Alcance	197
0.13 ¿QUE COMPENSAR?	199
0.13.1 Cálculo del área máxima de afectación de los Ecosistemas susceptibles de afectación	202
0.14 ¿CUANTO COMPENSAR?	203
0.14.1 Factores de compensación	203
0.15 ¿DONDE COMPENSAR?	205



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

0.15.1	ÁREAS ECOLÓGICAMENTE EQUIVALENTES	205
0.15.2	Localización	205
0.16	¿CÓMO COMPENSAR?	206
0.16.1	ACCIONES DE COMPENSACIÓN	206

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 0.1 Requerimientos ANLA según reunión de información adicional</i>	2
Tabla 0.1 Volumen Adicional – Vertimientos Existentes	9
Tabla 0.2 Caudal mínimo condicionante de caño Rubiales – Vertimientos Existentes	9
Tabla 0.3 Coordenadas de ubicación del punto de vertimiento solicitado	10
Tabla 0.4 Volumen a solicitar – Vertimiento nuevo (V6)	10
Tabla 0.5 Caudal mínimo condicionante de caño Rubiales – Vertimiento nuevo (V6)	10
Tabla 0.6 Listado de equipos principales a instalar en campo Rubiales	11
Tabla 0.7 Coordenadas pozos propuestos para la explotación	12
Tabla 0.8 Áreas propuestas para nuevos ZODME's	12
Tabla 0.9 Puntos de concesión de aguas objetos de desistimiento	13
Tabla 0.10 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de captación de agua superficial	16
Tabla 0.11 Antecedentes de permisos, concesión y autorización del uso de aguas superficiales para el campo Rubiales	17
Tabla 0.12 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de captación de agua superficial	19
Tabla 0.13 Antecedentes de permisos y autorización de los PAD's de inyección para el campo Rubiales	21
Tabla 0.14 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 1586 de 2008	21
Tabla 0.15 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 1559 de 2014	21
Tabla 0.16 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 0931 de 2017	22
Tabla 0.17 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales	23
Tabla 0.18 Relación de desfases de ubicación geográfica de puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales solicitados a rectificar	23
Tabla 0.19 Antecedentes de permisos y autorización de puntos de vertimiento de agua residual industrial para el campo Rubiales	26
Tabla 0.20 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 0233 de 2001	26
Tabla 0.21 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 0613 de 2004	27
Tabla 0.22 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 2355 de 2007	27
Tabla 0.23 Etapas y actividades a realizar para la modificación de licencia del campo Rubiales	29
<b>Tabla 0.25 Longitud estimada de vías a construir</b>	29
<b>Tabla 0.26 Coordenadas pozos propuestos para la explotación</b>	37
<b>Tabla 0.27 Puntos de concesión de aguas autorizados para el campo Rubiales</b>	37
<b>Tabla 0.28 Concesiones y caudales ratificados según las necesidades del campo Rubiales</b>	40
Tabla 0.28 Cronograma para el desarrollo de las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales	45
Tabla 0.29 Costos para el proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales	49
Tabla 0.30 Coordenadas de localización del proyecto	51
Tabla 0.31 Resumen de la recopilación de información existente	77
Tabla 0.32 Homologación de las Unidades Geológicas entre instituciones	78
Tabla 0.33 Resumen de la caracterización geológica del área de influencia	79
Tabla 0.34 Esquema de jerarquización geomorfológica para el área de influencia	83
Tabla 0.35 Resumen de la caracterización geomorfológica en el área de influencia	85
Tabla 0.36 <i>Leyenda suelos para el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental de la modificación de Licencia Ambiental del Campo Rubiales</i>	86

Tabla 0.37 Zonificación Hidrográfica del Orinoco	91
Tabla 0.38 Zonificación Hidrográfica del Área de influencia	91
Tabla 0.39 Zonificación Hidrográfica del área de influencia a Nivel III de clasificación	92
Tabla 0.40 Índice de Sinuosidad – Dinámica Fluvial	92
Tabla 0.41 Puntos monitoreados por la modificación de la licencia global del Campo Rubiales	95
Tabla 0.42 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de cuerpos lénticos	97
Tabla 0.43 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de cuerpos lóticos	99
Tabla 0.44 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos aguas arriba y abajo de los puntos de captación	103
Tabla 0.45 Rangos de clasificación para índices de contaminación (ICO)	105
Tabla 0.46 Resultados ICO's e ICA en los puntos de monitoreo	105
Tabla 0.47 Rangos de clasificación para índices de contaminación (ICO)	107
Tabla 0.48 Resultados ICO's e ICA en los puntos de monitoreo	108
Tabla 0.49 Tabla Coordenadas de ubicación de puntos de captación de agua en superficie.	110
Tabla 0.50 Coordenadas de ubicación de puntos de captación subterránea	110
Tabla 0.51 Puntos de captación autorizados por la Resolución 931 de 2017 y usados actualmente por Campo Rubiales.	111
Tabla 0.52 Usuarios legales que captan agua en el Caño Rubiales	111
Tabla 0.53 Puntos de vertimientos autorizados al Caño Rubiales	111
Tabla 0.54 Puntos de vertimientos para la Modificación del EIA Campo Rubiales.	112
Tabla 0.55 Predios visitados	112
Tabla 0.56 Tipos de acuíferos presentes en el área de influencia	114
<i>Tabla 0.58 Variables y Evaluación de Zonas de Recarga</i>	115
<i>Tabla 0.59 Potencial de recarga para el área físico biótica de Campo Rubiales</i>	117
Tabla 0.57 Ubicación de los puntos de agua subterránea monitoreados en el área de influencia físico-biótica	122
<i>Tabla 0.61 Distribución de áreas de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos</i>	125
Tabla 0.59 Resumen de la Estabilidad Geotécnica del área de influencia	126
Tabla 0.60 Ubicación estaciones calidad del aire	128
Tabla 0.61 Puntos de medición de ruido ambiental	130
Tabla 0.62 Puntos de medición de Emisión de ruido	131
<b>Tabla 0-66 Parámetros bioclimáticas del Bosque Húmedo Tropical (bh-T)</b>	133
<i>Tabla 0-67 Coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica</i>	134
<b>Tabla 0-68 Ecosistemas del área de influencia físico-biótica del proyecto</b>	135
Tabla 0.66 Proceso de aplicación de lineamientos de participación	139
Tabla 0.67 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión demográfica.	140
Tabla 0.68 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión espacial	142
Tabla 0.69 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión económica	144
Tabla 0.70 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión cultural	145
Tabla 0.71 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión político-organizativa	147
Tabla 0.72 Resumen de caracterización socioeconómica de tendencias del desarrollo	147
Tabla 0.73 Resumen de caracterización socioeconómica sobre población a reasentar	148
<i>Tabla 0.77 Leyenda de Unidades de Paisaje de Campo Rubiales</i>	149
Tabla 0.78 Elementos de importancia/sensibilidad definidos para la zonificación ambiental	151
Tabla 0.74 Alternativas de recursos naturales planteadas para la modificación del EIA	153
Tabla 4.2 Concesiones de agua superficial objeto de desistimiento ante la autoridad	153
Tabla 4.3 Coordenadas de los puntos de captación de agua superficial en uso	154

Tabla 4.4	Coordenadas para puntos de concesión de aguas subterráneas solicitadas	155
Tabla 4.5	Volumen a solicitar – Vertimientos Existentes	156
Tabla 4.6	Coordenadas de ubicación del punto de vertimiento solicitado	156
Tabla 4.7	Volumen a solicitar – Vertimiento nuevo (V6)	156
Tabla 4.8	Coordenadas de ubicación puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales	157
Tabla 4.9	Ocupaciones de cauce asociadas a infraestructura de entrega de vertimiento sobre el Caño Rubiales	157
Tabla 4.10	Resumen de volúmenes (m <sup>3</sup> ) de aprovechamiento forestal estimado para las actividades del proyecto sobre las coberturas naturales susceptibles de intervención	158
Tabla 0.85	Momentos para los lineamientos de participación EIA para la modificación de la licencia del Campo Rubiales	160
Tabla 0.86	Homologación de impactos - Escenario sin y con proyecto	162
Tabla 0.87	Actividades antrópicas identificadas	164
Tabla 0-92	<i>Análisis de residualidad para el impacto Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo</i>	170
Tabla 0-93	<i>Análisis de residualidad para el impacto Cambio en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática</i>	171
<b>Tabla 0.94</b>	<b>Consolidado de costos ambientales</b>	173
<b>Tabla 0.95</b>	<b>Consolidado de beneficios ambientales</b>	174
Tabla 0.96	<i>Flujo económico</i>	174
<b>Tabla 0.97</b>	<b>Zonificación de manejo ambiental para la modificación de la licencia ambiental del campo Rubiales</b>	176
Tabla 0.98	Estructura de los programas de manejo ambiental del medio abiótico	178
Tabla 0.99	Estructura de los programas de manejo ambiental del medio biótico	179
Tabla 0.100	Estructura de los programas de manejo ambiental del medio socioeconómico	180
Tabla 0.101	Estructura del plan de Seguimiento y Monitoreo para el medio Abiótico, y su relación con los programas de Manejo Ambiental	180
Tabla 0.102	Estructura del plan de Seguimiento y Monitoreo para el medio Biótico, y su relación con los programas de Manejo Ambiental	181
Tabla 0.103	Estructura del Plan de Seguimiento y Monitoreo para el Medio Socioeconómico y Cultural, y su relación con los Programas de Manejo Ambiental	182
Tabla 0-104.	Clasificación de las amenazas	184
Tabla 0-105	<i>Labores de desmantelamiento y abandono</i>	187
Tabla 0.101	Acciones de restauración	189
Tabla 0.102	Elementos a abandonar o restaurar en áreas de manejo de residuos	192
Tabla 0-108	Alcance del plan de compensación	198
Tabla 0-109	<i>actividades del proyecto y ocupación en hectáreas</i>	199
Tabla 0-110	<i>actividades del proyecto que generan compensación por intervención de área</i>	200
Tabla 0-111	<i>actividades del proyecto que generan compensación por intervención de área</i>	201
Tabla 0-112	Áreas estimadas a intervenir en ecosistemas naturales, seminaturales y transformados	203
Tabla 0-113	Ecosistemas naturales y factores de compensación	204
Tabla 0-114	Área a compensar para cada ecosistema natural según la Resolución 0256 de 2018	204
Tabla 0-115	<i>Red hidrográfica áreas propuestas para compensación</i>	205

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 0.1 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de captación agua superficial sobre caño Arrabo	16
Figura 0.2 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de captación agua superficial sobre caño Masifferiana	17
Figura 0.3 Rectificación de coordenadas de ubicación PAD 2 de inyección	20
Figura 0.4 Rectificación de coordenadas de ubicación PAD 8 de inyección	20
Figura 0.5 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V1	24
Figura 0.6 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V2	24
Figura 0.7 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V3	25
Figura 0.8 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V4	25
Figura 0.9 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V5	26
Figura 0.10 Flujoograma estimado para las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales.	43
Figura 0.11 Localización del proyecto	50
Figura 0.12 Área de influencia físico-biótica del proyecto	71
Figura 0.13 Área de influencia socioeconómica del proyecto	71
Figura 0.14 Comunidades registradas por el Ministerio del Interior en las unidades territoriales menores del área de influencia	72
<i>Figura 0.15 Certificaciones de presencia de comunidades étnicas minoritarias relacionadas con Campo Rubiales</i>	76
Figura 0.15 Mapa geológico del área de influencia	79
Figura 0.16 Diagrama de atributos dentro de la variable Geomorfología	81
Figura 0.17 Geomorfología del área de influencia	84
Figura 0.18 Esquema General Zonificación Hidrográfica de Colombia	90
<i>Figura 0.20 Procesos en el modelamiento espacial de la Susceptibilidad a la Inundación</i>	94
Figura 0.19 Resultados ICA multitemporal para los Caños Masisiferiano, Ivoto y Arrabo en los puntos de captación de Campo Rubiales	109
Figura 0.20 Unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia físico biótica	115
<i>Figura 0.23 Potencial de recarga para el área físico biótica de Campo Rubiales</i>	117
<i>Figura 0.24 Zonas potenciales de recarga POMCA Río Tillava</i>	118
Figura 0.21 Ubicación espacial del inventario de puntos de agua subterránea	119
Figura 0.23 Ubicación espacial de los SEV y las tomografías eléctricas ejecutadas en el área de influencia	120
Figura 0.30 Área de Influencia Directa del Campo Rubiales	139
Figura 0.28 Medios y variables consideradas para la zonificación ambiental	150
<i>Figura 0.29 Zonificación ambiental para el área de influencia definida</i>	152
Figura 0.31 Esquema metodológico evaluación de impacto ambiental	159
Figura 0.32 Carácter de los impactos producidos por la comunidad vs los producidos por la operación de Campo Rubiales.	164
Figura 0.33 Impactos positivo y negativos según actividades principales (industriales- comunidad)	165
Figura 0.34 Significancia ambiental según el medio	165
Figura 0.35 Flujoograma de actividades	167
<i>Figura 0-35 Carácter de los impactos por cada una de las etapas-escenario con proyecto</i>	168
<i>Figura 0-36 Carácter del impacto por medio- escenario con proyecto</i>	168
<i>Figura 0-37 Significancia ambiental alta, media, alta+ y media+</i>	170

Figura 0-38 Alcance del Plan de Gestión del Riesgo para el Estudio de Impacto Ambiental con miras a la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales	183
Figura 0-39 Consolidado de amenazas Naturales, Socio naturales,	186
Figura 0-40 Consolidado de amenazas internas	186
Figura 0-41 Consolidado de amenazas	186
Figura 0.42 Plan de desmantelamiento y abandono	187



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 0.1 Taller identificación de impactos vereda Puerta Triunfo	161
Fotografía 0.2 Taller identificación de impactos vereda Rubiales	161
Fotografía 0.3 Taller identificación de impactos vereda Santa Helena	162

## 0. RESUMEN EJECUTIVO

### 0.1 GENERALIDADES

El campo Rubiales, actualmente operado por ECOPETROL S.A. y localizado en jurisdicción del municipio de Puerto Gaitán en el departamento del Meta, en el 2017 cerró con una producción promedio de petróleo de 132 KBPD (El Tiempo, 2018), lo que significa aproximadamente el 15% de la producción del país, de acuerdo a las estimaciones reportadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2018).

Dada su importancia para la industria de hidrocarburos y por ende en la economía regional y nacional, ECOPETROL S.A dentro de las proyecciones plantea continuar su operación y mantener la producción que hasta el momento lo ha posicionado como uno de los más importantes del país, para esto requiere aumentar las actividades de perforación y así atenuar la declinación que se da de manera natural en un yacimiento (PORTAFOLIO, 2016).

El yacimiento que comprende campo Rubiales se caracteriza por poseer crudos pesados de 11 a 14° API entre 145 y 165 °F) (ACIPET, 2017), de base parafínica con alto corte de agua (entre 97 y 98 % volumen) (Ecopetrol S.A., 2018), de flujo bifásico compuesto por crudo pesado y agua de producción (relación agua petróleo aprox. 30:1) (UIS, 2012). Lo anterior evidencia que el Campo produce durante su operación altas tasas de agua las cuales podrían llegar a ser de hasta 600 KBD (Ecopetrol S.A., 2018).

En este contexto, se hace necesario el “Gerenciamiento del Agua Residual Industrial Tratada en Campo Rubiales” como estrategia de desarrollo para generar la sostenibilidad socio ecosistémica, operativa y financiera del negocio; esto dada su compleja ubicación geoespacial.

En proporción al alcance del proyecto, el presente Estudio de Impacto Ambiental -EIA describe las etapas y actividades, cronograma, estructura organizacional, personal requerido y costos estimados para las estrategias de desarrollo necesarias en el campo Rubiales, los aspectos técnicos de las mismas se encuentran descritos a profundidad en el título 2.2.2. Estrategias de desarrollo del presente documento.

Ecopetrol S.A. solicitó a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA el 1 de enero de 2019, la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales según radicado 2019009755-1-000, motivación que resultó en la emisión por parte de la autoridad, del Auto de inicio de trámite 388 del 14 de febrero de 2019 y el desarrollo de la reunión de información adicional el 1 de abril de 2019.

En atención a los requerimientos efectuados por la autoridad en la reunión de información adicional, Ecopetrol S.A. efectuó la actualización del Estudio de Impacto Ambiental en los aspectos aplicables, a modo de resumen a continuación se listan los requerimientos efectuados y el numeral en el que es abordada la respuesta correspondiente, destacándose que estas son señaladas en color “Turquesa” en los diferentes capítulos de conforman el estudio, de tal forma que puedan ser identificados en el proceso de evaluación correspondiente.

**Tabla 0.1 Requerimientos ANLA según reunión de información adicional**

<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
1	<u>Aclarar y presentar las longitudes estimadas de las vías nuevas a construir propuestas para el desarrollo de las actividades dentro de la modificación de licencia ambiental del proyecto Explotación de Hidrocarburos en el "Campo Rubiales".</u>	<u>Capítulo 2 Descripción del proyecto</u> <u>2.2.8 Estrategia de Desarrollo</u> <u>2.2.8.1.4 Alternativas de trazado y especificaciones técnicas de las vías a construir</u> <u>2.2.8.1.5 Volúmenes estimados de cortes y rellenos para actividades de mantenimiento, construcción y/o adecuación de vías</u>
2	<u>Aclarar la razón por la cual, la Empresa está solicitando la construcción y operación de las ZODME, sujeta al cumplimiento de la Zonificación de Manejo Ambiental, si se están presentando las coordenadas de las tres ZODME propuestas a construir y operar dentro del área del proyecto.</u>	<u>Capítulo 2 Descripción del proyecto</u> <u>2.2.8 Estrategia de Desarrollo</u> <u>2.2.8.2 Construcción y/o adecuación de ZODMES</u> <u>2.2.8.1.12 Diseño</u> <u>2.2.8.1.14 Volúmenes estimados de cortes y rellenos para actividades de construcción de ZODME's</u>
3	<u>Incluir los diseños tipo (ingeniería básica) y metodologías (generales) a emplear en los pozos de inyección para mantenimiento de presión propuestos para la modificación de licencia ambiental del Campo Rubiales.</u>	<u>Capítulo 2 Descripción del proyecto</u> <u>2.2.8.4 Perforación de pozos inyectores para el mantenimiento de la presión en el campo Rubiales</u> <u>2.2.8.11.2 Información general del yacimiento</u> <u>2.3 Diseño de los pozos horizontales a perforar</u>
4	<u>Presentar el volumen estimado de agua de producción para la actividad de sostenimiento de presión.</u>	<u>Capítulo 2 Descripción del proyecto</u> <u>2.2.8.11 Actividad de mantenimiento de presión</u>
5	<u>Completar la información de las características de diseño del sistema de disposición de aguas residuales tratadas al suelo, conforme lo establecido en el artículo 6, título ARnD, numeral 3, del decreto 050 de 2018, incluyendo longitudes estimadas de las líneas de flujo para transporte y entrega del caudal de 1 millón BBLs/día de aguas residuales industriales tratadas a suelo (vertimiento en suelo).</u>	<u>2.2.8.11 Permiso de Vertimiento, y soporte técnico incluido en el informe de Suelo del Anexo 10.4 Modelo Vertimiento Suelo</u>
6	<u>Justificar porqué la empresa presenta una certificación del Ministerio del Interior sobre la presencia o no de comunidades para un área de influencia diferente a la establecida en la Resolución 233 de marzo 2001 y modificada por la Resolución 613 de mayo de 2014.</u>	<u>Capítulo 1 Generalidades</u> <u>Capítulo 3.1. Área de influencia</u>
7	<u>Justificar la metodología empleada para determinar las zonas de recarga para las Unidades Hidrogeológicas I1 y II1.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.2.1 Hidrogeología</u> <u>3.2.1.2 Zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos</u>
8	<u>Ajustar y justificar la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación por el método DRASTIC teniendo en cuenta lo siguiente:</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.2.1 Hidrogeología</u> <u>3.2.1.10 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación - DRASTIC</u>

<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Parámetro D: justificar o ajustar profundidad del nivel freático en toda área de estudio.</u></li> <li>• <u>Parámetro R: ajustar valoración conforme a método DRASTIC.</u></li> <li>• <u>Parámetro S: ajustar para cada una de las unidades cartográficas de suelo conforme a método DRASTIC.</u></li> <li>• <u>Parámetro T: ajustar al rango de valores DRASTIC. Identificar pendientes del 18% o mayores.</u></li> <li>• <u>Parámetro I: justificar o ajustar la valoración dada para cada unidad de suelo conforme al método DRASTIC.</u></li> <li>• <u>Parámetro C: justificar valoración empleada.</u></li> </ul> <p><u>Con base en lo anterior revalorar la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación.</u></p> <p><u>Presentar mapas que representen la valoración de cada parámetro DRASTIC y su resultado final con su shape file respectivo.</u></p>	
<u>9</u>	<u>Aclarar y justificar en el capítulo de hidrología, la ponderación y/o determinación de la información climatológica referente a la precipitación media y evapotranspiración media empleada para la obtención de caudales en la corriente instrumentada y las no instrumentadas.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.2.1 Hidrología</u> <u>3.2.1.5 Régimen hidrológico</u>  <u>3.2.9 Atmósfera</u> <u>3.2.9.1 Clima</u> <u>3.2.9.1.2 Régimen de Lluvias</u>
<u>10</u>	<u>Complementar el análisis para delimitar las áreas de susceptibilidad de inundación, de manera que se incluya la totalidad de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio y contemplando dentro de la metodología utilizada criterios geomorfológicos, edafológicos y de cobertura, incluyendo los análisis hidrológicos y presentando los respectivos soportes de información utilizada.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.2.1 Hidrología</u> <u>3.2.1.7 Susceptibilidad a la Inundación</u>
<u>11</u>	<u>Ajustar el mapa de coberturas de la tierra para el área de influencia mediante el uso de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.</u>  <u>a) Incluir las coberturas de la tierra que no fueron identificadas en el mapa presentado.</u> <u>b) Realizar la captura de la información de acuerdo a la escala de presentación 1:10.000 solicitada por los términos de referencia. HI-TER-1-03 (2010).</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.3.2 Ecosistemas terrestres</u> <u>3.3.2.4 Cobertura de la tierra</u>
<u>12</u>	<u>Respecto al mapa de ecosistemas:</u>  <u>a) Aclarar la construcción del mapa de suelos utilizado para el mapa de ecosistemas.</u> <u>b) Ajustar el mapa de ecosistemas de acuerdo con los cambios generados en las coberturas de la tierra para el área de influencia y de acuerdo con el esquema metodológico del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM-2007) y los términos de referencia HI-TER-1-03 (2010).</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.2.3 Suelos</u>  <u>3.3.2 Ecosistemas terrestres</u> <u>3.3.2.2 Biomas</u>

<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
13	<u>Complementar el análisis de conectividad de los ecosistemas que serán objetos de vertimiento a suelo, teniendo en cuenta la infraestructura asociada: aspersores, tubería, rango de influencia del riego, periodicidad de la aspersión; y en donde se identifiquen las probables barreras existentes por la presencia del proyecto.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.3.2 Ecosistemas terrestres</u> <u>3.3.2.5.3 Análisis de la fragmentación</u> <u>Anexo 10.4 Modelo Vertimiento Suelo</u>
14	<u>Ajustar la caracterización del medio biótico de acuerdo con los cambios generados en el mapa de coberturas de la tierra con la metodología CLC y por la construcción del mapa de ecosistemas a escalas 1:25.000.</u> <u>a) Distribución de parcelas de muestreo de flora por ecosistema.</u> <u>b) Cálculo de estadígrafos para todas las coberturas vegetales muestreadas (Incluyendo Palmares) por ecosistema.</u> <u>c) Incluir perfil de vegetación para la cobertura de bosque de galería.</u> <u>d) Incluir las planillas de campo.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.3.2 Ecosistemas terrestres</u> <u>3.3.2.5.1 Caracterización de los ecosistemas naturales</u>
15	<u>Complementar la línea base del medio biótico, incluyendo las comunidades de mamíferos acuáticos presentes en el Área de Influencia.</u>	<u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> <u>3.3.2 Ecosistemas terrestres</u> <u>3.3.2.2.1 Mamíferos</u>
16	<u>Presentar los diseños mecánicos de los pozos PASUB3, PASUB4, PASUB5, PASUB CPF1 y PASUB CPF2, así como sus respectivos perfiles estratigráficos.</u>	<u>Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales</u> <u>4.2.1 Caracterización Hidrogeológica</u> <u>4.2.1.3 Resultados de las pruebas de bombeo</u>
17	<u>Justificar caudal y régimen de explotación solicitado para el pozo PASUB CPF2.</u>	<u>Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales</u> <u>4.2.1 Caracterización Hidrogeológica</u> <u>4.2.1.3 Resultados de las pruebas de bombeo</u>
18	<u>Aclarar o ajustar la selección de los parámetros fisicoquímicos y sus concentraciones máximas en las ARnD tratadas previo a su disposición en suelos.</u>	<u>Capítulo 7 Programas y proyectos de manejo ambiental</u> <u>7.1 Medio Abiótico</u> <u>7.1.1.9 Manejo de aguas residuales industriales</u>
19	<u>Ajustar la información presentada para la solicitud de vertimiento en suelo en el sentido de dar cumplimiento al artículo 6 del Decreto 50 de 2018, en los siguientes aspectos:</u> <u>a) Presentar manual de operación y mantenimiento del sistema de disposición.</u> <u>b) Presentar estudio de suelos a escala 1:5000 en el área de vertimiento.</u> <u>c) Presentar la variación del nivel freático o potenciométrico en toda el área de vertimiento.</u> <u>d) Complementar modelación numérica del flujo y transporte de solutos en el suelo en toda el área de vertimiento.</u> <u>e) Complementar Plan de Cierre y abandono.</u>	<u>2.2.8.11 Permiso de Vertimiento, y soporte técnico incluido en el informe de Suelo del Anexo 10.4 Modelo Vertimiento Suelo</u>

<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
20	<p><u>Ajustar la delimitación de áreas aptas para vertimiento en suelo teniendo en cuenta los requerimientos efectuados previamente y considerando:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Análisis de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación de conformidad con ajustes solicitados en los Requerimiento 8 y 19.</u></li> <li>• <u>Zonas susceptibles a la inundación de conformidad con los ajustes solicitados en el Requerimiento 10.</u></li> <li>• <u>Cobertura vegetal de conformidad con los ajustes solicitados en el Requerimiento 11.</u></li> <li>• <u>Estudio suelos de conformidad con los ajustes solicitados en los Requerimientos 19 y 12.</u></li> <li>• <u>Zonas de recarga de la Formación Guayabo.</u></li> <li>• <u>Delimitar áreas con pendientes máximas a partir de las cuales se puede presentar escorrentía.</u></li> </ul>	<p><u>Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales</u> 4.3 <u>Vertimientos</u> 4.3.2 <u>Disposición en suelo</u></p> <p><u>Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia del Proyecto</u> 3.2.1 <u>Hidrogeología</u> 3.2.1.2.3 <u>Zonas de potenciales de recarga del POMCA Río Tillava</u></p> <p><u>Anexo 10.4 Uso y aprovechamiento Modelo de vertimiento en suelos.</u></p>
21	<p><u>Ajustar y justificar la simulación del comportamiento de los parámetros de calidad de agua que fueron objeto de calibración, que difieren de la tendencia mostrada en los análisis de la corriente principal del caño Rubiales.</u></p>	<p><u>Anexo 10 Uso y Aprovechamiento</u> <u>Anexo 10.3 Modelo Calidad Agua</u> <u>Informe MCA Rubiales</u> 10.1.5 <u>Calibración</u></p>
22	<p><u>Justificar por qué los resultados de grasas y aceites e hidrocarburos del ejercicio de modelación, se comporta de manera semejante a los parámetros de diferente densidad en el caño Rubiales.</u></p>	<p><u>Anexo 10 Uso y Aprovechamiento</u> <u>Anexo 10.3 Modelo Calidad Agua</u> <u>Informe MCA Rubiales</u> 10.2.1 <u>Modelación de sustancias conservativas</u></p>
23	<p><u>Ajustar el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimiento en el sentido de:</u></p> <p>a) <u>Incluir en la modelación de calidad de agua superficial, el escenario crítico asociado al Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimiento, correspondiente a la descarga de agua residual no doméstica sin tratamiento con la sumatoria de la totalidad de vertimientos propuestos, sobre el caudal mínimo del cuerpo receptor, estimando la longitud de influencia de este escenario y analizando los efectos sobre el ecosistema.</u></p> <p>b) <u>Identificar riesgos asociados a la naturaleza de las ARnD tratadas en el suelo receptor.</u></p> <p>c) <u>Ajustar el análisis de riesgo y medidas de gestión del riesgo de incendios a la infraestructura del sistema de vertimiento en suelo asociados a quemas de coberturas vegetales por terceros.</u></p>	<p><u>Anexo 10 Uso y Aprovechamiento</u> <u>Anexo 10.2 PGRMV</u> <u>Anexo 1. PGRMV</u> <u>Anexo 5. Escenario crítico (sin tratamiento)</u></p>
24	<p><u>Complementar la información para la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal, en lo siguiente:</u></p> <p>a) <u>Realizar los ajustes para el cálculo de volumen de aprovechamiento forestal con base en los cambios efectuados en el mapa de coberturas de la tierra.</u></p> <p>b) <u>Realizar el cálculo de estadígrafos con base en el mismo número de parcelas utilizado para la caracterización de la línea base.</u></p>	<p><u>Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales</u> 4.6 <u>Aprovechamiento Forestal</u></p>



<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
	<p>c) <u>Presentar para todas las actividades en las que se solicita aprovechamiento forestal, incluyendo lo relacionado específicamente con las líneas de flujo, vías de acceso, ZODME y ocupaciones de cauce solicitadas, presentando de manera concordante y clara las áreas de intervención con cobertura vegetal leñosa que realmente requieren aprovechamiento forestal.</u></p> <p>d) <u>Incluir el listado de las especies objeto de aprovechamiento forestal.</u></p> <p>e) <u>Incluir los productos obtenidos del aprovechamiento forestal, destino final y sistema de manejo de desperdicios.</u></p>	
<u>25</u>	<u>Incluir la descripción y evaluación de los impactos ambientales, cambio de uso de la cobertura vegetal y su disponibilidad para la fauna silvestre, así como los efectos en la conectividad ecosistémica generados por las actividades de vertimiento a suelo por la presencia de la infraestructura asociada: aspersores, tubería, rango de influencia del riego, periodicidad de la aspersión.</u>	<p><u>Capítulo 5. Evaluación Ambiental</u> <u>5.1.5.4.2 Medio biótico</u></p> <p><u>Anexo 4 Ambiental</u> <u>Anexo 4.5 Evaluación Ambiental</u> <u>4.5.2. Matriz Con Proyecto</u></p>
<u>26</u>	<u>Identificar, analizar y valorar para la evaluación ambiental, los impactos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres (fauna) por las actividades relacionadas con los vertimientos sobre el caño Rubiales objeto de la modificación.</u>	<p><u>Capítulo 5. Evaluación Ambiental</u> <u>5.1.5.4.2 Medio biótico</u></p> <p><u>Anexo 4 Ambiental</u> <u>Anexo 4.5 Evaluación Ambiental</u> <u>4.5.2. Matriz Con Proyecto</u></p>
<u>27</u>	<u>Aclarar y/o ajustar la evaluación de los impactos con proyecto "Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo" y "Cambio en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico subterráneo" asociado a la actividad "Disposición final de agua residual industrial en suelo".</u>	<p><u>Capítulo 5. Evaluación Ambiental</u> <u>5.1.5.4.1 Medio Abiótico</u></p> <p><u>Anexo 4 Ambiental</u> <u>Anexo 4.5 Evaluación Ambiental</u> <u>4.5.2. Matriz Con Proyecto</u></p>
<u>28</u>	<u>Revisar y si es el caso ajustar la valoración de impactos con proyecto del medio socioeconómico, para las actividades asociadas a la estrategia denominada "gerenciamiento del agua".</u>	<p><u>Capítulo 5. Evaluación Ambiental</u></p> <p><u>Anexo 4 Ambiental</u> <u>Anexo 4.5 Evaluación Ambiental</u> <u>4.5.2. Matriz Con Proyecto</u></p>
<u>29</u>	<u>Actualizar la selección de impactos relevantes de acuerdo a los requerimientos precedentes solicitados por esta Autoridad. En el caso de proponer la internalización para su jerarquización, tener en cuenta la predictibilidad temporal y espacial del cambio físico, alta certeza y exactitud en las medidas de prevención o corrección, y la efectividad cercana al 100%, para las medidas o programas propuestos. Además, presentar el cálculo del Valor Presente Neto de los costos de las medidas de manejo propuestas dentro de este análisis.</u>	<p><u>Capítulo 5 Evaluación Ambiental</u> <u>5.2 Evaluación Económica</u> <u>5.2.2 Impactos significativos y/o relevantes</u> <u>5.2.3 Análisis de internalización de impactos ambientales</u></p>
<u>30</u>	<u>Presentar la valoración económica de los impactos asociados a fauna terrestre, a partir de los requerimientos de información adicional y su comportamiento en relación con la actividad de vertimiento en suelo.</u>	<p><u>Capítulo 5 Evaluación Ambiental</u> <u>5.2 Evaluación Económica</u> <u>5.2.4 Evaluación económica de impactos no internalizables</u></p>
<u>31</u>	<u>Complementar los siguientes procesos de valoración económica, en el sentido de:</u>	<p><u>Capítulo 5 Evaluación Ambiental</u> <u>5.2 Evaluación Económica</u></p>



<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
	<p>a. <u>Recalcular el proceso de cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo, considerando el área propuesta de disposición de aguas residuales.</u></p> <p>b. <u>Reformular el proceso de cambios en la conectividad de ecosistemas naturales, de acuerdo con el alcance del impacto y las actividades generadoras.</u></p> <p>c. <u>Soportar las inversiones sociales que se realizarán por la modificación y valorar el impacto Desarrollo de proyectos sociales en el área de influencia, considerando el cambio en el bienestar que representa para la población la inversión a realizar.</u></p>	<p>5.2.4 <u>Evaluación económica de impactos no internalizables</u></p>
<u>32</u>	<u>Ajustar el flujo de costos y beneficios, criterios de decisión y análisis de sensibilidad de acuerdo a los requerimientos precedentes solicitados por esta Autoridad y el horizonte temporal de las actividades objeto de modificación.</u>	<p>Capítulo 5 <u>Evaluación Ambiental</u>            5.2 <u>Evaluación Económica</u>            5.2.6 <u>Análisis costo beneficio</u>            5.2.7 <u>Análisis de sensibilidad</u></p>
<u>33</u>	<u>Incluir las medidas de manejo que contengan los impactos que sean valorados sobre la fauna y flora por las actividades de vertimiento al suelo; así mismo, se deberán ajustar las medidas propuestas para los impactos sobre la fauna por las actividades de vertimiento a caño Rubiales.</u>	<p>Capítulo 7. <u>Programas y proyectos de manejo ambiental</u>            7.2 <u>Medio Biótico</u>            7.2.1 <u>Programas de manejo del suelo</u>            7.2.3 <u>Programa de Revegetalización y/o Reforestación</u>            7.2.5 <u>Programa de Conservación de Especies Faunísticas</u></p>
<u>34</u>	<u>Aclarar y especificar respecto de ficha «Manejo de suelo para el vertimiento del agua residual industrial», el alcance de uso de gramíneas introducidas.</u>	<p>Capítulo 7. <u>Programas y proyectos de manejo ambiental</u>            7.1 <u>Medio Abiótico</u>            7.1.1 <u>Programas de Manejo del Suelo</u>            7.2 <u>Medio Biótico</u>            7.2.3 <u>Programa de Revegetalización y/o Reforestación</u></p>
<u>35</u>	<u>Ajustar en el Plan de Seguimiento y Monitoreo, la ficha de seguimiento que incluya los impactos sobre la fauna, teniendo en cuenta los cambios y complementos solicitados en el Plan de Manejo Ambiental del medio biótico.</u>	<p>Capítulo 8 <u>Programa de monitoreo y seguimiento del proyecto</u>            8.2 <u>Seguimiento y monitoreo del medio biótico</u></p>
<u>36</u>	<p><u>Respecto de la Identificación de Consecuencias, Eventos Amenazantes y Áreas de Afectación.</u></p> <p><u>Actualizar el análisis de consecuencias que fue presentado en la solicitud en cumplimiento de la sección segunda, artículo 2.3.1.5.2.1 del Decreto 2157 del año 2017 para todos los escenarios identificados de amenazas tanto exógenas como endógenas.</u></p>	<p>Capítulo 9. <u>Plan de Contingencia</u>            9.5.1.4.1 <u>Metodología de Valoración del Riesgo</u>            9.5.2 <u>Valoración del Riesgo</u></p>

<u>REQUERIMIENTO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>NUMERAL(ES) EN EL QUE SE ATIENDE EL REQUERIMIENTO</u>
37	<p><u>Respecto del Análisis del Riesgo.</u> <u>Actualizar con la información resultante del análisis de consecuencias y áreas de afectación, el análisis de riesgos y presentar ante esta Autoridad los resultados del análisis del Riesgo, indicando las metodologías utilizadas y las medidas de prevención.</u></p> <p><u>La información resultante deberá ser presentada de forma cartográfica a la escala del estudio.</u></p>	<p><u>Capítulo 9. Plan de Contingencia</u> <u>9.5.2.2 Análisis del Riesgo</u></p> <p><u>9.6 Proceso de reducción del riesgo</u></p>
38	<p><u>Ajustar el Plan de Compensaciones que se presenta en el capítulo 11.2 del Estudio de Impacto Ambiental, en el sentido de:</u></p> <p><u>1. Incorporar los ajustes solicitados en la línea base ambiental.</u> <u>2. Diferenciar claramente las actividades y áreas de restauración aprobadas mediante el Auto 6038 de 04 de octubre de 2018 y las que son objeto de la presente modificación.</u> <u>3. Aclarar los cálculos de las áreas a intervenir, el cuanto, el dónde y el cómo compensar.</u></p>	<p><u>Capítulo 11.2 del Estudio de Impacto Ambiental</u></p>
General	<p><u>Ajustar el Estudio de Impacto Ambiental (incluyendo la información solicitada, planos, Geodatabase -GDB y anexos), presentado a esta Autoridad a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea-VITAL, con número 380008999906819001, radicado en esta Entidad con el número 2019009755-1-000 del 31 de enero de 2019, de manera que se incorporen y analicen los cambios relacionados con los requerimientos anteriormente solicitados, en concordancia con lo establecido en los Términos de Referencia y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y radicarlo en la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea -VITAL y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA); así mismo presentar el respectivo soporte de radicación a esta Autoridad.</u></p>	<p><u>Los requerimientos efectuados por la autoridad son integrados a lo largo de los diferentes capítulos que conforman el estudio, sus anexos y Geodatabase asociada.</u></p>

### 0.1.1 ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN

El alcance de esta modificación se enmarca en la estrategia de desarrollo denominada “Gerenciamiento del Agua Residual Industrial Tratada en campo Rubiales”, a través de las siguientes alternativas:

- a. Solicitar la ampliación del volumen de vertimiento autorizado de aguas residuales industriales tratadas sobre el caño Rubiales en los cinco (5) puntos existentes de la siguiente manera: para los meses de abril y diciembre una ampliación de 300.000 BWPD a 358.670,2 BWPD, y de mayo a noviembre una ampliación de 300.000 BWPD a 600.000 BWPD, discriminados como se presentan en la Tabla 0.2 y condicionados por el caudal mínimo de la fuente receptora relacionado en la Tabla 0.3.

**Tabla 0.2 Volumen Adicional – Vertimientos Existentes**

PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN AUTORIZADO (BWPD)/(m3/s)	VOLUMEN ADICIONAL (BWPD)/(m3/s)											
		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
V1	60.000 / 0,11042	0	0	0	0	0	0	11734,04	0,0216	60000	0,1104	60000	0,1104
V2	60.000 / 0,11042	0	0	0	0	0	0	11734,04	0,0216	60000	0,1104	60000	0,1104
V3	60.000 / 0,11042	0	0	0	0	0	0	11734,04	0,0216	60000	0,1104	60000	0,1104
V4	60.000 / 0,11042	0	0	0	0	0	0	11734,04	0,0216	60000	0,1104	60000	0,1104
V5	60.000 / 0,11042	0	0	0	0	0	0	11734,04	0,0216	60000	0,1104	60000	0,1104
<b>TOTAL</b>	<b>300,000 / 0,5521</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58670,20</b>	<b>0,1079</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>
PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN AUTORIZADO (BWPD)/(m3/s)	VOLUMEN ADICIONAL (BWPD)/(m3/s)											
		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
V1	60.000 / 0,11042	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	11734,04	0,0216
V2	60.000 / 0,11042	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	11734,04	0,0216
V3	60.000 / 0,11042	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	11734,04	0,0216
V4	60.000 / 0,11042	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	11734,04	0,0216
V5	60.000 / 0,11042	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	60000	0,1104	11734,04	0,0216
<b>TOTAL</b>	<b>300,000 / 0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>300000</b>	<b>0,5521</b>	<b>58670,20</b>	<b>0,1079</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

**Tabla 0.3 Caudal mínimo condicionante de caño Rubiales – Vertimientos Existentes**

CAUDAL CONDICIONADO DE CAÑO RUBIALES (m3/s)								
ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
4,94	8	8	8	8	8	8	8	4,94

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

- b. Solicitar un nuevo punto de vertimiento adicional (V6) sobre el caño Rubiales ubicado en las coordenadas relacionadas en la Tabla 0.4, de la siguiente manera: para abril y diciembre un volumen total de 71.734,04 BWPD y entre los meses de mayo a noviembre un volumen de 120.000 BWPD conforme se presenta en la Tabla 0.5, condicionado por el caudal mínimo de la fuente receptora relacionado en la Tabla 0.6.

**Tabla 0.4 Coordenadas de ubicación del punto de vertimiento solicitado**

NOMBRE	NOMENCLATURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
		ESTE	NORTE
Vertimiento 6	V6	961394,64	913034,76

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)

**Tabla 0.5 Volumen a solicitar – Vertimiento nuevo (V6)**

PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN A SOLICITAR (BWPD)/(m3/s)											
	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
V6	0	0	0	0	0	0	71734,04	0,1320	120000	0,2208	120000	0,2208
TOTAL	0	0	0	0	0	0	71734,04	0,1320	120000	0,2208	120000	0,2208
PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN A SOLICITAR (BWPD)/(m3/s)											
	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
V6	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	71734,04	0,1320
TOTAL	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	120000	0,2208	71734,04	0,1320

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

**Tabla 0.6 Caudal mínimo condicionante de caño Rubiales – Vertimiento nuevo (V6)**

CAUDAL CONDICIONADO DE CAÑO RUBIALES (m3/s)									
ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
4,94	8	8	8	8	8	8	8	4,94	

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

- c. Solicitud de ocupación de cauce. Se solicita permiso de ocupación de cauce para los seis (6) puntos de vertimiento (cinco (5) existentes y uno (1) nuevo). En estos puntos se proyecta un cabezal de descarga para un colector de diámetro de hasta 14”, estructura de disipación de energía mediante caída escalonada y protección geotécnica del área en ambas bancas del caño. La información detallada se presenta en el capítulo 4 “Demanda uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales”, numeral 4.4 “Ocupación de cauces” e igualmente en el Anexo 11 Cartografía, 31\_LLA\_X\_UARN\_20181214 Uso y aprovechamiento de recursos naturales, del presente EIA.
- d. Solicitar el permiso de vertimiento de aguas industriales tratadas a suelo de acuerdo a lo establecido en el Decreto 050 de 2018. en un área efectiva para el vertimiento de 598 ha. con un volumen de vertimiento de hasta en 224.436 BBLs/día y con una lámina neta de riego de 3,4 mm; exceptuando los meses de mayo, junio y julio
- e. Solicitar la construcción, adecuación, instalación, montaje, operación y mantenimiento de los equipos



e infraestructura necesaria (para dar cumplimiento de parámetros requeridos por el decreto 050 de 2018 para vertimiento en suelo, decreto 0631 de 2015 para vertimiento en cuerpo de agua y cualquier otra normatividad legal), conducción y disposición de los volúmenes de agua solicitados para vertimiento a suelo, al caño Rubiales y la inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento.

Para garantizar el tratamiento de las aguas industriales generadas, se plantea el montaje de los equipos principales para alcanzar 1160 kWPD adicionales para el crecimiento del campo Rubiales con disposición de agua en vertimiento a cuerpo de agua y suelo, necesarios para el tratamiento de los volúmenes de agua requeridos en el Campo. En la Tabla 0.7 se listan los equipos principales a instalar en áreas licenciadas del campo Rubiales. Adicional a las facilidades de separación y tratamiento de agua descritas, se requiere la ampliación del sistema de recolección de fluidos del Campo (troncales de recolección y ramales a clúster de producción) (ECOPETROL S.A., 2018), de acuerdo con las actividades ya licenciadas en campo Rubiales. Las características técnicas del proyecto en las diferentes etapas y los métodos constructivos se describen en el numeral 2.2.2 Estrategias de desarrollo.

**Tabla 0.7 Listado de equipos principales a instalar en campo Rubiales**

EQUIPO	CPF1		CPF2	
	No. Equipo	Capacidad BBLs	No. Equipo	Capacidad BBLs
<b>FWKOS</b>	1	500.000	2	400.000
<b>SKIM TANK</b>	1	500.000	2	400.000
<b>PTA (Tren de tratamiento)</b>	3	150.000	5	150.000
<b>Torres de enfriamiento</b>	2	220.000	3	250.000
<b>Piscinas</b>	890 (existente)		Pis-0005 (Existente)	

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)

- f. Se solicita la construcción de líneas de flujo superficial y/o enterrada para el transporte de agua residual industrial por medio de tubería, en disposición de una o líneas paralelas, para conectar las facilidades de producción existentes (CPF's) y la infraestructura necesaria hasta los cinco nuevos puntos de vertimiento, el nuevo punto de vertimiento propuesto (V6), las líneas de flujo y su infraestructura asociada para la conducción y disposición de las aguas tratadas para el vertimiento a suelo, y las líneas de flujo necesarias para el transporte de las aguas asociadas a inyección para sostenimiento de presión. Cuyo trazado irá preferiblemente paralelo a las vías de acceso, a líneas de flujo existentes y/o distribuidas indistintamente al interior del área de intervención objeto de esta modificación.

Es importante precisar que el campo Rubiales tiene autorizado la "Construcción de plataformas de producción y líneas de flujo para la perforación de pozos y la conducción de la producción de los pozos a las baterías de recolección y tratamiento más cercanas" (Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 en su parágrafo segundo, literal 2 y 3).

- g. Solicitar permiso de explotación de agua subterránea para cinco (5) pozos existentes (en áreas que cuentan con permisos de exploración) y un (1) un pozo adicional en el área denominada campamento Mi Llanura (para un total de 6); con el fin de completar los requerimientos de agua, dentro de la proyección de crecimiento del Campo, necesarios para el desarrollo de las actividades domésticas e industriales en un caudal de hasta 5 L/s. En la Tabla 0.8 se puede observar las coordenadas de los

pozos propuestos para la explotación de agua subterránea.

**Tabla 0.8 Coordenadas pozos propuestos para la explotación**

POZO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
	ESTE	NORTE
PASUB CPF 1	960148,87	913048,45
PASUB CPF 2	958788,02	910387,92
PASUB 3 (RB 27)	956687,74	910267,27
PASUB 4 PAD 4	957637,20	907330,41
PASUB 5 (RB 47)	961597,99	910394,02
PASUB 6 (MI LLANURA) *	964014,29	909279,80

(\*) Punto nuevo identificado en la exploración geofísica realizada. Al no estar determinada su localización definitiva se establece un radio de 200 metros a partir de estas coordenadas.

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)

- h. Solicitar autorización para la construcción y adecuación de hasta tres (3) ZODME's con un área total de 11,07 ha, siendo el ZODME 1 de 5,01 ha, ZODME 2 de 5,02 ha y el ZODME 3 de 1,04 ha. Estas áreas se emplearán para disponer material sobrante de cortes, excavaciones y cortes base agua tratados y estabilizados; los cuales se encontrarán localizados dentro del área de influencia definida para el proyecto. Para tal fin, en la Tabla 0.9 se presentan las coordenadas propuestas para las tres (3) alternativas de los nuevos ZODME's

En la Tabla 0.9 se presentan las coordenadas propuestas para las tres (3) alternativas de los nuevos ZODME's.

**Tabla 0.9 Áreas propuestas para nuevos ZODME's**

ZODME PROPUESTO	VERTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		AREA (Ha)
		ESTE	NORTE	
1	V1	957151,09	911985,365	5,01257
	V2	957289,19	911891,774	
	V3	957127,51	911614,482	
	V4	957114,43	911622,172	
	V5	957074,26	911645,772	
	V6	957028,69	911787,123	
	V7	957151,09	911985,365	
2	V1	960061,16	908474,78	5,021366
	V2	960170,50	908604,5	
	V3	960398,50	908422	
	V4	960281	908289,5	
	V5	960061,16	908474,78	
3	V1	957163,35	911388,52	1,04078
	V2	957211,031	911433,842	
	V3	957216,88	911440,578	
	V4	957269,19	911416,939	
	V5	957213,02	911312,695	



ZODME PROPUESTO	VERTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		AREA (Ha)
		ESTE	NORTE	
	V6	957114,98	911339,385	
	V7	957116,97	911369,151	
	V8	957116,99	911371,798	
	V9	957139,22	911377,09	
	V10	957163,35	911388,52	
<b>TOTAL</b>				11,074716

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)

Al respecto, y para dar cumplimiento al requerimiento 2 Descripción del proyecto: “Aclarar la razón por la cual, la empresa esta solicitando la construcción y operación de las ZODME, sujeta al cumplimiento de la Zonificación de Manejo Ambiental, si se están presentando las coordenadas de las tres ZODME propuestas a construir y operar dentro del área del proyecto”; se aclara que si bien se hace entrega de las coordenadas y ubicación de los ZODME, la zonificación de manejo ambiental propuesta en el presente estudio, esta sujeta a la evaluación y posible ajuste por parte de la autoridad ambiental, lo cual puede generar cambios sobre las áreas propuestas, bajo esta condición la infraestructura debe ser adaptada a las nuevas condiciones de restricción ambiental.

De igual forma, resultado de la revisión integral del EIA conforme a la respuesta de información adicional, se analizó la cobertura natural donde estaba ubicado la ZODME 3 inicialmente propuesto en la versión del EIA radicado a la autoridad ambiental el 31 de enero de 2019, resultado de esto con la zonificación de manejo ambiental para el presente estudio, Ecopetrol consideró la necesidad de reubicar el área propuesta para este ZODME y ajustar el área del ZODME 1 con el objetivo de cubrir el volmen proyectado; información que se entregara a detalle en el numeral 2.2.8.2 Construcción y/o adecuación de ZODME

- i. Desistir del permiso de captación otorgado mediante la Resolución 233 de 2001 modificada a su vez por la Resolución 613 de 2004, Resolución 1168 de 2005 de los 6 puntos que se relacionan en la Tabla 0.10.

**Tabla 0.10 Puntos de concesión de aguas objetos de desistimiento**

FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (L/S)	RESTRICCIONES	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA
	ESTE	NORTE				
Caño Rubiales	960483,00	912569,00	-	4,0	-	Resolución 233 del 2001
						Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 4,0 l/s)
Caño Rubiales	960462,00	913469,00	Corriente principal del caño Rubiales. Puente Sta. Helena cercano a Batería 2.	3,0	-	Resolución 613 del 2004
						Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)
Caño	962667,00	913618,00	Corriente	3,0	-	Resolución 613 del 2004



FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (L/S)	RESTRICCIONES	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA
	ESTE	NORTE				
Rubiales			principal del caño Rubiales. Se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.			Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)
						Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
	955902,00	911841,00				Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)
						Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
Brazo del Caño Rubiales	946550,00	916765,00	Sitio requerido para la perforación del pozo RB-35	2.0	Este punto de captación se autorizó solo para la perforación del pozo RB-35.	Resolución 613 del 2004
Caño Budar	958003,00	903907,00	-	2,0	La empresa debe abstenerse de captar agua en verano cuando el caudal y el nivel del agua disminuye considerablemente	Resolución 1168 del 2005
						Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
Caño Budar	958550,00	909025,00	-	2.0	Deberá cumplir con la restricción establecida para este cuerpo de agua.	Resolución 1586 del 2008

Fuente: (Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, 2001), (Resolución 613 de 26 de mayo de 2004, 2004), (Resolución 1168 de 18 del agosto de 2005, 2005) y (Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, 2008); modificado por (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018)

Actualmente el campo Rubiales, cuenta con nueve (9) puntos de captación de aguas superficiales, autorizados mediante el Artículo Quinto de la Resolución 233 de 2001, modificada por el numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 613 de 2004 y el numeral 1 del Artículo Segundo de la Resolución 1168 de 2005. Sin embargo, desde su otorgamiento y con la operatividad que ha tenido el campo Rubiales desde el año 2001 (año de otorgamiento de la licencia global), no se han utilizado seis (6) de los nueve (9) puntos. Los tres (3) puntos que se utilizan actualmente tienen la estructura, el acceso y se complementarían con los pozos propuestos para la explotación de agua subterránea para cubrir las necesidades del proyecto (Ver capítulo 4 Uso y aprovechamiento de recursos).

- j. Solicitar la aprobación de la actividad de inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento que permitirá redistribuir la inyección de agua usada para disposición en las subunidades de la formación carbonera C3, C5 o C6, y usarla para mantener el balance volumétrico del yacimiento compensando parte del volumen extraído en la actividad de producción de la subunidad carbonera C7



del campo Rubiales, que corresponde a la misma zona productora. El agua separada será reinyectada al yacimiento mediante el uso de pozos productores previamente convertidos a inyección en plataformas existentes o la perforación de pozos de inyección nuevos localizados en plataformas existentes, permitiendo de esta forma controlar el agua en la fuente y así disminuir el uso de químicos para tratamiento, reducir el consumo de energía y asegurar la calidad de agua de inyección para sostenimiento de presión.

- k. Solicitud de rectificación de coordenadas de puntos de captación de agua superficial, PAD's de inyección y puntos de vertimiento.

Teniendo en cuenta que mediante la Resolución 745 del 26 de julio de 2016, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) aprobó la cesión total de los derechos y obligaciones originados y derivados de la Licencia Ambiental Global otorgada mediante la Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, para el proyecto de Explotación de hidrocarburos en el "Campo Rubiales", localizado en jurisdicción del municipio de Puerto Gaitán en el departamento del Meta, de la empresa META PETROLEUM CORP, a favor de la empresa ECO PETROL S.A., se ha identificado la necesidad de incorporar dentro del alcance de la estrategia para la presente modificación de licencia ambiental, la solicitud de rectificación de coordenadas de puntos de captación superficial, PAD's de inyección y puntos de vertimiento existentes en el Campo. Dicha solicitud se ampara en la necesidad de rectificar la localización geográfica en superficie de los puntos mencionados, toda vez que a la fecha de recibo de campo Rubiales por parte de ECO PETROL S.A. a la anterior operadora METAPETROLEUM CORP estos puntos ya se encontraban operativos e intervenidos y/o cuentan con infraestructura construida.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se relacionan los requerimientos específicos para la rectificación de coordenadas solicitadas a aplicar para cada caso.

- **Solicitud de rectificación de coordenadas de puntos de captación de agua superficial**

Teniendo en cuenta la solicitud anterior realizada en el literal i) del presente título, y con el fin de asegurar el balance hídrico del campo Rubiales, ECO PETROL S.A., ratifica a esta Autoridad, el desistimiento de seis (6) puntos otorgados para la concesión de agua superficial.

Se solicita modificar el artículo 5 de la Resolución 1586 del 2008 que modifico el numeral 1 del artículo 5 de la Resolución 233 del 2001 y el artículo segundo numeral 1 de la Resolución 1168 del 2005 por la cual se otorgó la licencia ambiental global para la explotación de hidrocarburos en el campo Rubiales en el sentido de rectificar las coordenadas de localización geográfica en superficie de los puntos de captación de agua superficial ratificados en la presente solicitud de modificación de licencia ambiental de acuerdo con las necesidades del campo Rubiales y enunciados anteriormente en la Tabla 0.10; toda vez que a la fecha de recibo de campo Rubiales por parte de ECO PETROL a la anterior operadora METAPETROLEUM CORP estos puntos ya se encontraban operativos, intervenidos y cuentan con infraestructura construida con anterioridad al recibo del Campo por parte de ECO PETROL S.A. en las coordenadas por rectificar.

En la Tabla 0.11 se listan las coordenadas aprobadas por las resoluciones del Campo y las coordenadas solicitadas por rectificación de acuerdo con lo anteriormente sustentado.

**Tabla 0.11 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de captación de agua superficial**

FUENTE	ID	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE			
			COORDENADAS CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL CONSTRUIDOS EN CAMPO SOLICITADAS A RECTIFICAR		Coordenadas captación de agua superficial licenciados Res 1586 / 2008	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Caño Arrabo	C3	2,0	957754,82	909803,24	957753,00	909879,00
Caño Masififeriana	C2	2,0	955898,70	911822,64	955902,00	911841,00
Caño Ivoto*	C1	2,0	961306,00	909662,00	961306,00	909662,00

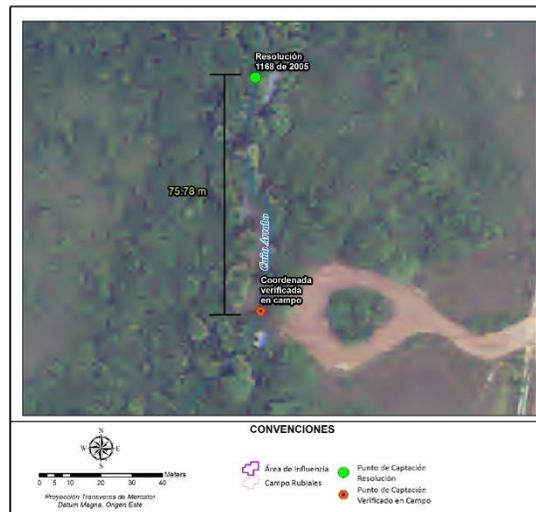
\* Para el punto de captación de agua superficial sobre el caño Ivoto no se requiere rectificación de coordenadas toda vez que se mantienen en Campo las coordenadas de la Resolución 1586 de 2008.

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Con base en lo anterior, para los puntos de captación de agua superficial sobre los caños Arrabo y Masififeriana, se encontró durante la fase de campo, que las facilidades de captación que actualmente operan en campo Rubiales y que fueron construidas en su momento por la anterior operadora METAPETROLEUM CORP, requieren la rectificación solicitada a esta Autoridad pues presentan un desfase de 75,78m (Figura 0.1) y 18,66m (

Figura 0.2) respectivamente.

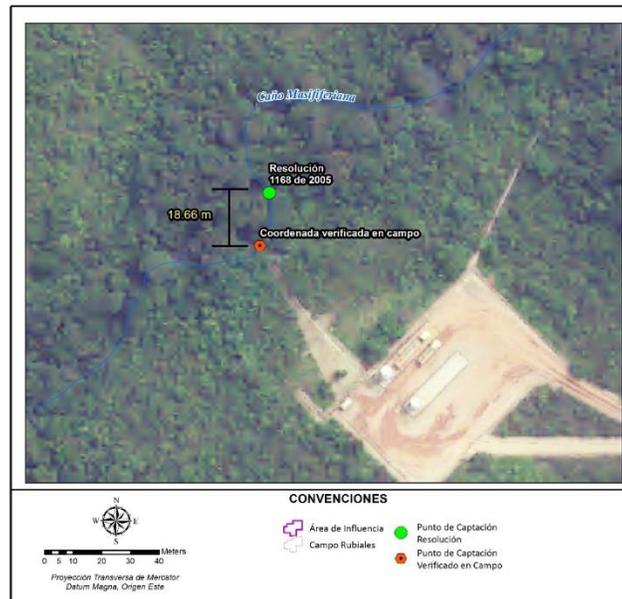
**Figura 0.1 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de captación agua superficial sobre caño Arrabo**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)



Figura 0.2 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de captación agua superficial sobre caño Masififeriana



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

A continuación, en la Tabla 0.12 se encuentran registrados los antecedentes y la descripción general de las concesiones de aguas superficiales autorizadas para el campo Rubiales.

Tabla 0.12 Antecedentes de permisos, concesión y autorización del uso de aguas superficiales para el campo Rubiales

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Resolución 0233 del 16 de marzo del 2001	Se autoriza la utilización de aguas superficiales de la fuente hídrica caño Rubiales con un caudal de 2 l/s, realizando captación en cualquier época del año para destino industrial y doméstico de la siguiente manera: uso doméstico 20 m <sup>3</sup> /día /pozo, facilidades de producción 19 m <sup>3</sup> /día /pozo y perforación 94,4 m <sup>3</sup> /día /pozo. La captación se realizará por bombeo, con ayuda de un cabezote, a través de mangueras desde el sitio de captación hasta los sitios de suministro o mediante el transporte de carrotaques.



RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Resolución 613 del 26 de mayo de 2004	<p>Se autorizan seis (6) posibles puntos de captación de acuerdo a la disponibilidad de agua y a la cercanía de las actividades autorizadas a desarrollar, los puntos autorizados son los siguientes:</p> <p>Punto 1: caño Rubiales con un caudal de 2 l/s, la fuente corriente principal es el puente Santa Helena en cercanías a la Batería 2.</p> <p>Punto 2: caño Rubiales con un caudal de 2 l/s, se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.</p> <p>Punto 3: caño Arrabo con un caudal de 0,5 l/s, absteniéndose de realizar captación en época de verano cuando la profundidad de este disminuya en un 50%, se accede a mano derecha por la vía hacia la localización.</p> <p>Punto 4: caño Masififeriana con un caudal de 0,5 l/s, se accede sobre la vía hacia la Batería 4.</p> <p>Punto 5: caño Ivoto con un caudal de 0,5 l/s, absteniéndose de realizar captación en época de verano, se accede por la vía hacia la localización del pozo RB-10.</p> <p>Punto 6: caño Rubiales (brazo) con un caudal de 2 l/s.</p> <p>Adicionalmente se autorizó un caudal de 3 l/s al punto otorgado mediante Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001, de la siguiente manera: 0,5 l/s para consumo humano y uso doméstico, 2,5 l/s para consumo industrial. El sistema de captación se realizará por motobomba y para la conducción del agua se utilizarán carrotanques y/o tubería.</p>
Resolución 1168 del 18 de agosto de 2005	<p>Se autoriza la modificación en relación a los puntos de captación autorizados y a la inclusión de un nuevo punto de captación, como se relaciona a continuación:</p> <p>Punto 5: se autoriza el aumento de caudal en el caño Ivoto de 0.5 l/s a 1 l/s para cualquier época del año.</p> <p>Punto 3: se autoriza el cambio de sitio de captación en el caño Arrabo, de coordenadas N: 909794 y E: 957794 a coordenadas N: 909879 y E: 957753 Origen 3° Este y la ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s.</p> <p>Punto 4: se autoriza el cambio del sitio de captación en el caño Masififeriana, de coordenadas E: 956076 y N: 911921; a coordenadas E: 955902 y N: 911841 Origen 3° Este y la ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s.</p> <p>Punto 7: se autoriza la utilización de aguas superficiales de la fuente hídrica caño Budar con un caudal de 1 l/s, absteniéndose de realizar captación en época de verano cuando el nivel de agua disminuya considerablemente.</p>
Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008	<p>Se autoriza la modificación en relación a los puntos de captación autorizados y la concesión de aguas superficiales para el uso doméstico e industrial de la siguiente manera:</p> <p>Actividades de tipo doméstico (consumo humano, aseo personal, aseo de campamento, se estiman que participarán alrededor de 100 trabajadores en el desarrollo del campo; con una dotación de 200 l/trabajador/día y uso de agua embotellada para el consumo directo): caudal requerido de 20.00 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Facilidades de producción (funcionamiento de las baterías, operación de calderas, control de polvo, unidades sanitarias, etc.): 19.00 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>La Perforación requiere de aguas con fines industriales (adecuación de sitios de trabajo, preparación y mantenimiento del fluido de perforación, preparación de mezclas para operaciones de cementación, disposición y manejo de muestras geológicas,</p>

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>mantenimiento y operación del equipo de perforación y preparación y sostenimiento del fluido de mantenimiento: 94.40 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Dotación con fines de consumo humano: se estima una dotación de 320 l/trabajador/día que equivale a 19,2 m<sup>3</sup>/día. Facilidad de producción (funcionamiento de las baterías, operación de calderas, control de polvo, unidades sanitarias, etc.): 19.20 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Dotación con fines de perforación, completamiento, pruebas de producción: preparación de lodos de perforación, lavado de equipos y taladro y demás actividades asociadas: 218 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Se realizará captación de agua sobre los sitios autorizados y teniendo en cuenta los caudales máximos de los cuerpos de agua.</p>

Fuente: (Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, 2001), (Resolución 613 de 26 de mayo de 2004, 2004), (Resolución 1168 de 18 del agosto de 2005, 2005) y (Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, 2008), modificado por (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

- **Solicitud de rectificación de coordenadas de ubicación del PAD 2 y PAD 8 de inyección**

Se solicita modificar el artículo 4 de la Resolución 0931 del 2017 en el sentido de rectificar las coordenadas de localización geográfica en superficie de los PAD's de inyección del campo Rubiales en la presente solicitud de modificación de licencia ambiental; considerando que a la fecha de recibo del Campo por parte de ECOPETROL S.A. a la anterior operadora METAPETROLEUM CORP mediante la Resolución 745 del 26 de julio de 2016, estas áreas de facilidades ya se encontraban operativas, intervenidas y contaban con infraestructura construida A. en las coordenadas por rectificar.

En la Tabla 0.13 se listan las coordenadas aprobadas por las resoluciones del Campo y las coordenadas solicitadas por rectificación de acuerdo con lo anteriormente sustentado.

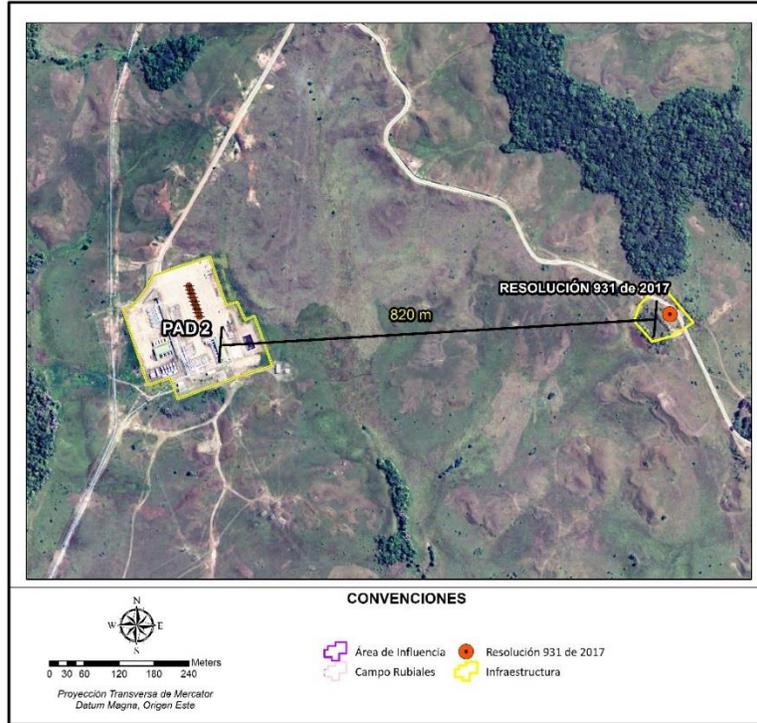
**Tabla 0.13 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de captación de agua superficial**

NOMBRE DEFINITIVO	ESTADO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE			
		COORDENADAS PAD DE INYECCIÓN CONSTRUÍDO EN CAMPO SOLICITADAS A RECTIFICAR		Coordenadas PAD de inyección licenciados Res 0931 / 2017	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PAD 2	Activo	964918,80	916953,99	965749,83	916981,43
PAD 8	Activo	963016,18	919646,92	962964,88	919825,44

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Con base en lo anterior, para los PAD 2 y PAD 8 de inyección, se encontró durante la fase de campo, que estas facilidades que actualmente operan en campo Rubiales y que fueron construidas en su momento por la anterior operadora METAPETROLEUM CORP, requieren la rectificación solicitada a esta Autoridad en la Tabla 0.13 pues presentan un desfase de 820m (Figura 0.3) y 180m (Figura 0.4) respectivamente.

Figura 0.3 Rectificación de coordenadas de ubicación PAD 2 de inyección



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.4 Rectificación de coordenadas de ubicación PAD 8 de inyección



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

A continuación, se presenta la descripción general de los antecedentes de permisos y autorización de los PAD's de inyección para el campo Rubiales en la Tabla 0.14.

**Tabla 0.14 Antecedentes de permisos y autorización de los PAD's de inyección para el campo Rubiales**

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN																																									
Resolución 1168 del 18 de agosto de 2005	Se autoriza la adecuación del PAD 1 en área del CPF-1.																																									
Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008	<p>Se autoriza la construcción de PAD de inyección: cada uno de los PAD se adecuara en un área de 4.000 m2. Dentro de la locación se tendrá la siguiente infraestructura: drenajes, contrapozo, trampa de grasas, cunetas perimetrales y anclajes.</p> <p><b>Tabla 0.15 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 1586 de 2008</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">LOCACIÓN</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PAD 2</td><td>958349,00</td><td>908896,00</td></tr> <tr><td>PAD 3</td><td>958678,00</td><td>909182,00</td></tr> <tr><td>PAD 4</td><td>958973,00</td><td>907191,00</td></tr> <tr><td>PAD 5</td><td>957654,00</td><td>908200,00</td></tr> <tr><td>PAD 6</td><td>957942,00</td><td>907924,00</td></tr> <tr><td>PAD 7</td><td>958436,00</td><td>907801,00</td></tr> <tr><td>PAD 8</td><td>957499,00</td><td>907397,00</td></tr> <tr><td>PAD 9</td><td>959946,00</td><td>905916,00</td></tr> <tr><td>PAD 10</td><td>959407,00</td><td>905799,00</td></tr> <tr><td>PAD 11</td><td>960106,00</td><td>905445,00</td></tr> <tr><td>PAD 12</td><td>965728,00</td><td>916985,00</td></tr> <tr><td>PAD 13</td><td>955481,00</td><td>918879,00</td></tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, 2008)</p>	LOCACIÓN	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	PAD 2	958349,00	908896,00	PAD 3	958678,00	909182,00	PAD 4	958973,00	907191,00	PAD 5	957654,00	908200,00	PAD 6	957942,00	907924,00	PAD 7	958436,00	907801,00	PAD 8	957499,00	907397,00	PAD 9	959946,00	905916,00	PAD 10	959407,00	905799,00	PAD 11	960106,00	905445,00	PAD 12	965728,00	916985,00	PAD 13	955481,00	918879,00
LOCACIÓN	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																									
	ESTE	NORTE																																								
PAD 2	958349,00	908896,00																																								
PAD 3	958678,00	909182,00																																								
PAD 4	958973,00	907191,00																																								
PAD 5	957654,00	908200,00																																								
PAD 6	957942,00	907924,00																																								
PAD 7	958436,00	907801,00																																								
PAD 8	957499,00	907397,00																																								
PAD 9	959946,00	905916,00																																								
PAD 10	959407,00	905799,00																																								
PAD 11	960106,00	905445,00																																								
PAD 12	965728,00	916985,00																																								
PAD 13	955481,00	918879,00																																								
Resolución 1559 del 19 de diciembre de 2014	<p>Redefine y codifica los PAD de inyección del campo Rubiales:</p> <p><b>Tabla 0.16 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 1559 de 2014</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NOMBRE DEFINITIVO</th> <th rowspan="2">NOMBRE ANTERIOR</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PAD 1</td><td>PAD 1</td><td>960477,00</td><td>913193,00</td></tr> <tr><td>PAD 2</td><td>PAD 2</td><td>957511,00</td><td>907396,00</td></tr> <tr><td>PAD 3</td><td>PAD 3</td><td>960118,00</td><td>905444,00</td></tr> <tr><td>PAD 4</td><td>PAD 4</td><td>965740,00</td><td>916984,00</td></tr> <tr><td>PAD 5</td><td>PAD 5</td><td>955493,00</td><td>918878,00</td></tr> <tr><td>PAD 6</td><td>PAD 6</td><td>970396,00</td><td>915609,00</td></tr> <tr><td>PAD 7</td><td>PAD 8</td><td>965014,00</td><td>920178,00</td></tr> <tr><td>PAD 8</td><td>PAD 9</td><td>962955,00</td><td>919828,00</td></tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Resolución 1559 del 19 de diciembre de 2014, 2014)</p>	NOMBRE DEFINITIVO	NOMBRE ANTERIOR	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	PAD 1	PAD 1	960477,00	913193,00	PAD 2	PAD 2	957511,00	907396,00	PAD 3	PAD 3	960118,00	905444,00	PAD 4	PAD 4	965740,00	916984,00	PAD 5	PAD 5	955493,00	918878,00	PAD 6	PAD 6	970396,00	915609,00	PAD 7	PAD 8	965014,00	920178,00	PAD 8	PAD 9	962955,00	919828,00			
NOMBRE DEFINITIVO	NOMBRE ANTERIOR			COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																						
		ESTE	NORTE																																							
PAD 1	PAD 1	960477,00	913193,00																																							
PAD 2	PAD 2	957511,00	907396,00																																							
PAD 3	PAD 3	960118,00	905444,00																																							
PAD 4	PAD 4	965740,00	916984,00																																							
PAD 5	PAD 5	955493,00	918878,00																																							
PAD 6	PAD 6	970396,00	915609,00																																							
PAD 7	PAD 8	965014,00	920178,00																																							
PAD 8	PAD 9	962955,00	919828,00																																							

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN																																															
Resolución 931 del 08 de agosto de 2017	<p>Redefine y codifica los PAD de inyección del campo Rubiales:</p> <p><b>Tabla 0.17 Coordenadas ubicación PAD's de inyección Resolución 0931 de 2017</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ID</th> <th rowspan="2">NOMBRE DEFINITIVO</th> <th rowspan="2">NOMBRE ANTERIOR</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PAD1</td> <td>PAD1</td> <td>913190,50</td> <td>960486,83</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>PAD4</td> <td>PAD2</td> <td>907393,56</td> <td>957520,79</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PAD3</td> <td>PAD3</td> <td>905441,55</td> <td>960127,76</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PAD2</td> <td>PAD4</td> <td>916981,43</td> <td>965749,83</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PAD5</td> <td>PAD5</td> <td>918875,52</td> <td>955502,91</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PAD6</td> <td>PAD6</td> <td>915606,40</td> <td>970405,79</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PAD7</td> <td>PAD8</td> <td>920175,42</td> <td>965023,87</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PAD8</td> <td>PAD9</td> <td>919825,44</td> <td>962964,88</td> </tr> </tbody> </table>	ID	NOMBRE DEFINITIVO	NOMBRE ANTERIOR	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	1	PAD1	PAD1	913190,50	960486,83	2	PAD4	PAD2	907393,56	957520,79	3	PAD3	PAD3	905441,55	960127,76	4	PAD2	PAD4	916981,43	965749,83	5	PAD5	PAD5	918875,52	955502,91	6	PAD6	PAD6	915606,40	970405,79	7	PAD7	PAD8	920175,42	965023,87	8	PAD8	PAD9	919825,44	962964,88
ID	NOMBRE DEFINITIVO				NOMBRE ANTERIOR	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																										
		ESTE	NORTE																																													
1	PAD1	PAD1	913190,50	960486,83																																												
2	PAD4	PAD2	907393,56	957520,79																																												
3	PAD3	PAD3	905441,55	960127,76																																												
4	PAD2	PAD4	916981,43	965749,83																																												
5	PAD5	PAD5	918875,52	955502,91																																												
6	PAD6	PAD6	915606,40	970405,79																																												
7	PAD7	PAD8	920175,42	965023,87																																												
8	PAD8	PAD9	919825,44	962964,88																																												

Fuente: (Resolución 1168 de 18 del agosto de 2005, 2005), (Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, 2008), y (Resolución 1559 del 19 de diciembre de 2014, 2014) y (Resolución 931 del 08 de agosto de 2017), modificado por (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

- **Solicitud de rectificación de coordenadas de ubicación de puntos de vertimiento**

Se solicita modificar el artículo 5 numeral 2, de la Resolución 233 del 2001, el artículo 3 de la Resolución 613 del 2004 y el artículo 1 de la Resolución 2355 del 2007 en el sentido de rectificar las coordenadas de localización geográfica en superficie de los puntos de vertimiento autorizados sobre el cuerpo de agua caño Rubiales del campo Rubiales en la presente solicitud de modificación de licencia ambiental; toda vez que a la fecha de recibo del Campo por parte de ECOPETROL a la anterior operadora METAPETROLEUM CORP mediante la Resolución 745 del 26 de julio de 2016, estos puntos de vertimiento ya se encontraban operativos, intervenidos y cuentan con infraestructura construida con anterioridad al recibo del Campo por parte de ECOPETROL S.A. en las coordenadas por rectificar.

En la Tabla 0.18 se listan las coordenadas aprobadas por las resoluciones del Campo y las coordenadas solicitadas por rectificación de acuerdo con lo anteriormente sustentado.

**Tabla 0.18 Coordenadas de ubicación a rectificar para puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales**

NOMBRE	ID	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE			
		COORDENADAS PUNTO DE VERTIMIENTO CONSTRUIDO EN CAMPO SOLICITADAS A RECTIFICAR		Coordenadas puntos de vertimiento licenciados Res 2355 / 2007	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Punto de Vertimiento 1	V1	960264,08	913503,72	960440,00	913200,00
Punto de Vertimiento 2	V2	960479,68	913452,02	960512,00	913469,00
Punto de Vertimiento 3	V3	962308,35	913334,76	962480,00	913300,00
Punto de Vertimiento 4	V4	962518,75	913512,84	963580,00	913000,00
Punto de Vertimiento 5	V5	962983,51	913011,75	962717,00	913025,00

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

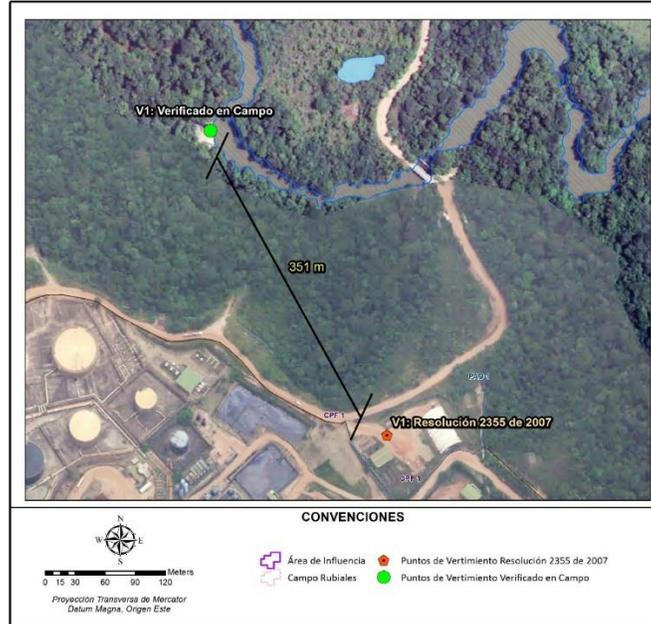
Con base en lo anterior, para los puntos de vertimiento de agua residual industrial autorizados y construidos en campo Rubiales, se encontró durante la fase de campo, que estas facilidades que actualmente se encuentran activas dentro de la operación del Campo y que fueron construidas en su momento por la anterior operadora METAPETROLEUM CORP, requieren la rectificación solicitada a esta Autoridad en la Tabla 0.18 por lo tanto se presentan los desfases de ubicación real en relación a la autorizada que se muestran en la Tabla 0.19.

**Tabla 0.19 Relación de desfases de ubicación geográfica de puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales solicitados a rectificar**

NOMBRE	ID	DISTANCIA DESFASE (m)	FIGURA
Punto de Vertimiento 1	V1	351	Figura 0.5
Punto de Vertimiento 2	V2	36.5	Figura 0.6
Punto de Vertimiento 3	V3	175.13	Figura 0.7
Punto de Vertimiento 4	V4	1178.67	Figura 0.8
Punto de Vertimiento 5	V5	267	Figura 0.9

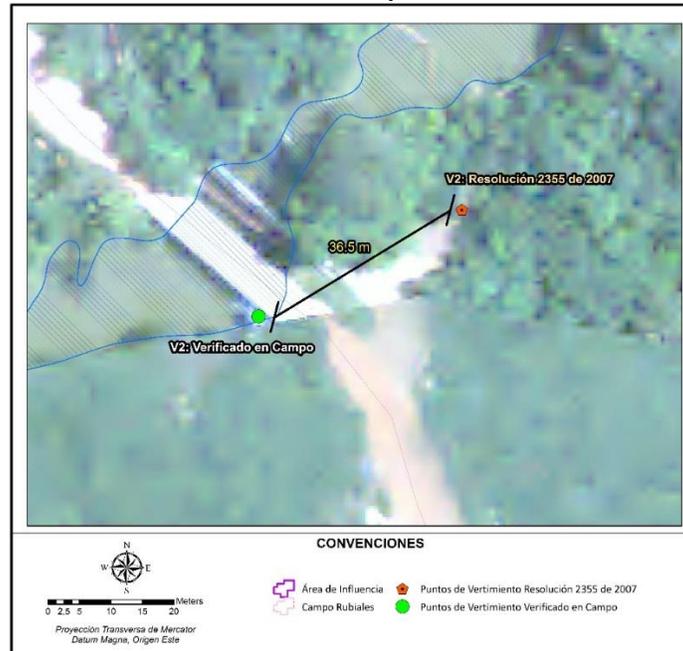
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.5 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V1



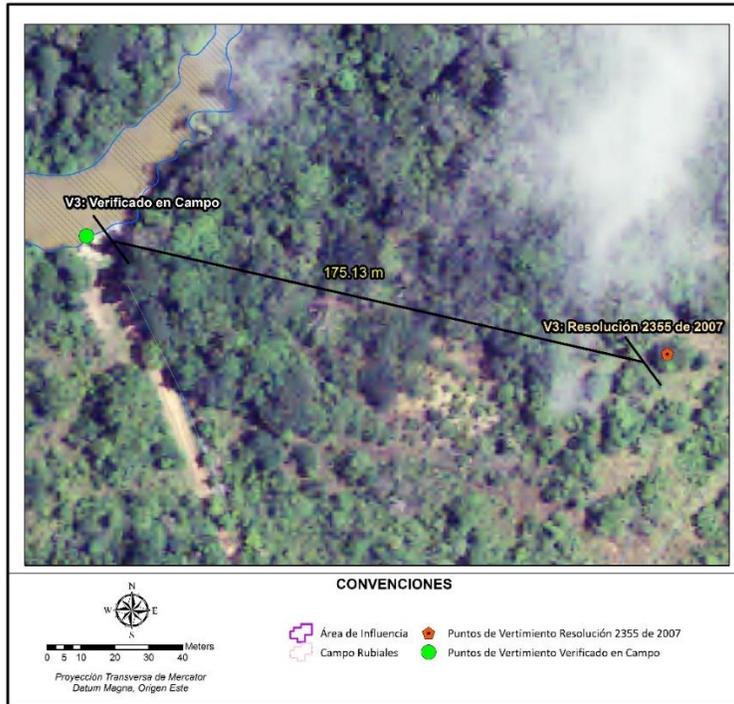
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.6 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V2



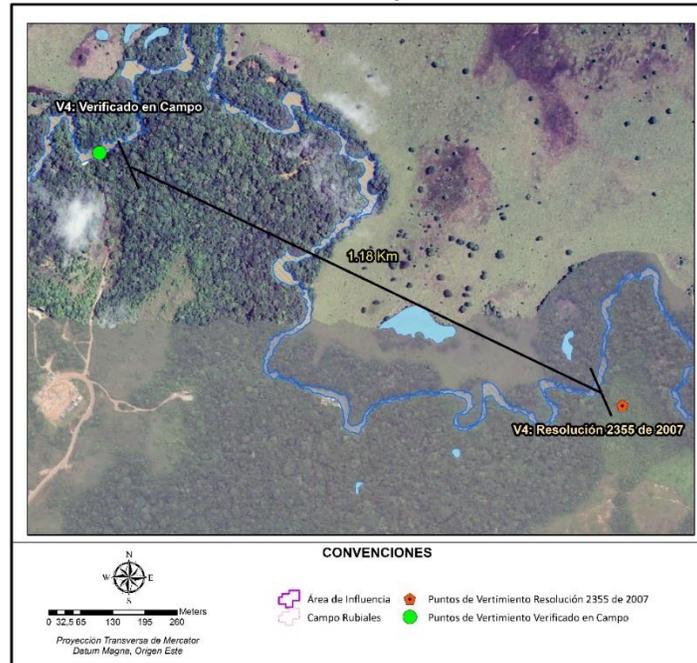
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.7 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V3



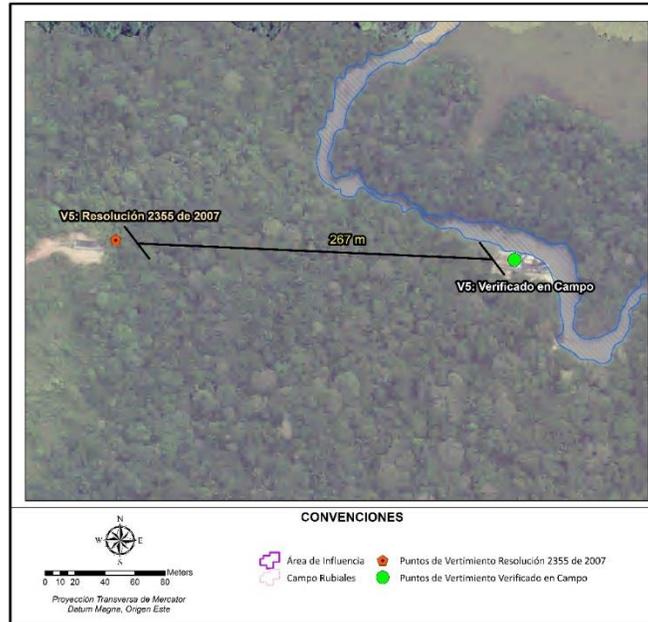
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.8 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V4



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Figura 0.9 Rectificación de coordenadas de ubicación punto de vertimiento V5



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

A continuación, en la Tabla 0.20 se encuentran registrados los antecedentes y la descripción general de las autorizaciones para los puntos de vertimiento de agua residual industrial del campo Rubiales.

**Tabla 0.20 Antecedentes de permisos y autorización de puntos de vertimiento de agua residual industrial para el campo Rubiales**

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN														
Resolución 0233 del 16 de marzo del 2001	<p>Se autoriza el vertimiento directo al caño Rubiales para aguas residuales domésticas e industriales durante todo el año. Caudal máximo autorizado a verter: 1,24 l/s por pozo y el caudal máximo a verter incluido todas las actividades no deberá superar los 17 l/s.</p> <p><b>Tabla 0.21 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 0233 de 2001</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PUNTO</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>960440</td> <td>913200</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>962480</td> <td>913300</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>963580</td> <td>913000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, 2001)</p>	PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	1	960440	913200	2	962480	913300	3	963580	913000
PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE														
	ESTE	NORTE													
1	960440	913200													
2	962480	913300													
3	963580	913000													

RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN																										
Resolución 613 del 26 de mayo de 2004	<p>Caudal máximo autorizado a verter 1,2 l/s por pozo y el caudal máximo a verter incluidas todas las actividades no deberá superar los 17 l/s.</p> <p>Se autorizan los siguientes sitios de vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales, adicionales a los tres (3) puntos autorizados en la Resolución 233 de 2001:</p> <p><b>Tabla 0.22 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 0613 de 2004</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PUNTO</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>960512</td> <td>913469</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>962717</td> <td>913025</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Resolución 613 de 26 de mayo de 2004, 2004)</p>	PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	1	960512	913469	2	962717	913025															
PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																										
	ESTE	NORTE																									
1	960512	913469																									
2	962717	913025																									
Resolución 1168 del 18 de agosto de 2005	<p>Se autoriza ampliar el caudal máximo de aguas residuales a verter incluidas todas las actividades del campo Rubiales de 17 L/s a 30 L/s en los cinco (5) puntos autorizados para el Campo.</p> <p>Aclara el numeral 3 del artículo segundo de la Resolución 1168 de agosto 18 de 2005, en el sentido de autorizar a la empresa META PETROLEUM LIMITED la ampliación del caudal máximo de aguas residuales a verter incluidas todas las actividades del campo Rubiales de 17 l/s a 30 l/s para cada uno.</p>																										
Resolución 2355 del 24 de diciembre de 2007	<p>Autoriza el incremento de los caudales de vertimiento al caño Rubiales de las aguas residuales industriales tratadas, de 30 l/s a 110,42 l/s, para cada uno de los cinco (5) puntos de descarga del campo Rubiales, actualmente autorizados. La localización de los cinco (5) puntos de vertimiento, su numeración y los nuevos caudales autorizados, se presentan en la siguiente Tabla:</p> <p><b>Tabla 0.23 Coordenadas ubicación puntos de vertimiento Resolución 2355 de 2007</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PUNTO</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="2">CAUDAL AUTORIZADO (l/s)</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>960440</td> <td>913200</td> <td>110,42</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>960512</td> <td>913469</td> <td>110,42</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>962480</td> <td>913300</td> <td>110,42</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>963580</td> <td>913000</td> <td>110,42</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>962717</td> <td>913025</td> <td>110,42</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Resolución 2355 del 24 de diciembre de 2007, 2007)</p>	PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		CAUDAL AUTORIZADO (l/s)	ESTE	NORTE	1	960440	913200	110,42	2	960512	913469	110,42	3	962480	913300	110,42	4	963580	913000	110,42	5	962717	913025	110,42
PUNTO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		CAUDAL AUTORIZADO (l/s)																								
	ESTE	NORTE																									
1	960440	913200	110,42																								
2	960512	913469	110,42																								
3	962480	913300	110,42																								
4	963580	913000	110,42																								
5	962717	913025	110,42																								

Fuente: (Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, 2001), (Resolución 613 de 26 de mayo de 2004, 2004), (Resolución 1168 de 18 del agosto de 2005, 2005), (Resolución 1686 del 10 de noviembre de 2005, 2005) y (Resolución 2355 del 24 de diciembre de 2007, 2007), modificado por (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

## 0.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 0.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Para llevar a cabo la estrategia mencionada anteriormente, se contemplan cuatro (4) etapas a lo largo del proyecto que serán ejecutadas mediante actividades específicas descritas en la Tabla 0.24. Adicional a estas, se desarrollarán también siete (7) actividades denominadas transversales.

Es importante precisar que estas actividades se proponen realizar dentro del Campo que cuenta actualmente con licencia ambiental global, en áreas específicas; por lo cual se definió un área de influencia solamente para estas actividades puntuales. (Ver capítulo 3.1 de este Estudio)

En el capítulo 2 Descripción del proyecto del presente EIA se describe en detalle cada una de estas actividades asociadas a la estrategia de desarrollo del proyecto con sus diferentes alcances técnicos, especificaciones y demás que haya lugar; asimismo, se citan los detalles de la infraestructura existente, la estrategia de desarrollo y se dan lineamientos para el abandono y restauración final.

Tabla 0.24 Etapas y actividades a realizar para la modificación de licencia del campo Rubiales

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN																						
MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL EN CAMPO RUBIALES	CONSTRUCTIVA	OBRAS CIVILES	1	Desmante y descapote	Consiste en la remoción de la capa superficial del terreno natural para eliminar la tierra vegetal, turba, materia orgánica y demás materiales no aptos presentes en el suelo, minimizando los volúmenes de material de corte generado.																					
			2	Movimiento de tierras	Consiste en las actividades de excavación, cortes y llenos, utilizando materiales in situ o materiales de construcción para alcanzar las cotas finales de diseño.  Para esta actividad será necesario el uso de maquinaria como buldócer, retroexcavadora y/o volquetas. Sin embargo, en caso de tener material sobrante se llevará a uno de los ZODME's autorizados para el campo Rubiales.																					
			3	Construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías	Para el campo Rubiales se tiene autorizado la "Construcción de nuevos accesos cortos para las localizaciones de los pozos proyectados a nivel interno dentro de campo Rubiales, partiendo de los corredores viales existentes y cuyo trazado irá sobre áreas de pastos y cimas de las lomas" (Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 en su parágrafo segundo, literal 1).  <i>Para dar cumplimiento al requerimiento 1 Descripción del proyecto: "Aclarar y presentar las longitudes estimadas de las vías nuevas a construir propuestas para el desarrollo de las actividades dentro de la modificación de licencia ambiental del proyecto Explotación de Hidrocarburos en el "Campo Rubiales", en la siguiente tabla se presenta las longitudes estimadas de vías a construir al interior del AID definido para la modificación:</i>  <b>Tabla 0.25 Longitud estimada de vías a construir</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID vía</th> <th>Infraestructura asociada</th> <th>Longitud estimada (m)</th> <th>Longitud estimada (m) Incluye factor de ingeniería</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"><b>Subtotal accesos a zona de vertimiento</b></td> <td><b>7120,74</b></td> <td><b>9256,96</b></td> </tr> <tr> <td>VP.11</td> <td>Acceso a zodme 1</td> <td>621,66</td> <td>932,50</td> </tr> <tr> <td>VP.12</td> <td>Acceso a zodme 2</td> <td>737,69</td> <td>1106,54</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Subtotal vías a ZODMEs</b></td> <td><b>1359,35</b></td> <td><b>2039,94</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Total vías proyectadas</b></td> <td><b>8480,09</b></td> <td><b>11296,9</b></td> </tr> </tbody> </table>	ID vía	Infraestructura asociada	Longitud estimada (m)	Longitud estimada (m) Incluye factor de ingeniería	<b>Subtotal accesos a zona de vertimiento</b>		<b>7120,74</b>	<b>9256,96</b>	VP.11	Acceso a zodme 1	621,66	932,50	VP.12	Acceso a zodme 2	737,69	1106,54	<b>Subtotal vías a ZODMEs</b>		<b>1359,35</b>	<b>2039,94</b>	<b>Total vías proyectadas</b>
ID vía	Infraestructura asociada	Longitud estimada (m)	Longitud estimada (m) Incluye factor de ingeniería																							
<b>Subtotal accesos a zona de vertimiento</b>		<b>7120,74</b>	<b>9256,96</b>																							
VP.11	Acceso a zodme 1	621,66	932,50																							
VP.12	Acceso a zodme 2	737,69	1106,54																							
<b>Subtotal vías a ZODMEs</b>		<b>1359,35</b>	<b>2039,94</b>																							
<b>Total vías proyectadas</b>		<b>8480,09</b>	<b>11296,9</b>																							

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
				<p>Esta actividad se refiere a la ejecución de obras civiles necesarias para la construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías de acceso a las áreas de intervención del proyecto, que cumplan con las especificaciones técnicas para el transporte de equipos y maquinaria pesada.</p> <p>Sobre las vías a adecuar y a construir, se podrán contemplar, según las necesidades del proyecto, obras como cunetas longitudinales, quiebra patas, ampliación de la banca y la calzada, mejoramiento de la capa de rodadura, reconformación de un tramo o de un sitio puntual de la estructura de la vía, mejoramiento y construcción de obras de drenaje como alcantarillas, box coulvert, pontones u otras que sean necesarias para la operatividad del proyecto.</p>
			4 Construcción y/o ampliación de estructuras en concreto	Incluye las actividades de construcción de obras civiles, demoliciones, adecuaciones y/o ampliación de estructuras en concreto simple o reforzado dentro de las áreas de intervención del proyecto; encaminadas a soportar, cimentar, proteger y/o permitir la instalación de infraestructura u obras para el adecuado control y manejo del agua, que permita desarrollar el incremento del volumen de disposición de agua residual industrial dentro de las alternativas planteadas para el proyecto.
			5 Construcción, adecuación y/o mantenimiento de obras geotécnicas y ambientales	<p>Consiste en la ejecución de obras de mantenimiento, adecuación y/o construcción de infraestructura de control y protección geotécnica necesarias para garantizar la estabilidad de las márgenes de los puntos de vertimiento existentes en Campo, autorizados por la Resolución 2355 del 24 de diciembre de 2007; que presenten desgaste por procesos de erosión o socavación debido a la corriente del caño Rubiales.</p> <p>Construcción de la estructura de entrega y las obras de protección geotécnica necesarias para garantizar la estabilidad de las márgenes en la franja de ocupación propuesta para la ampliación de 5 puntos autorizados y el nuevo punto de vertimiento (V6).</p> <p>Contempla además la ejecución de obras de drenaje adecuadas para controlar fenómenos erosivos, previo a la realización de un recorrido por los derechos de vía hacia los puntos de vertimiento, donde se identifican sectores y/o tramos susceptibles a afectarse por acción de escorrentía.</p>

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		CONEXIÓN Y/O CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE FLUJO	6	<p>Construcción y adecuación de ZODMES</p> <p>Se plantea la construcción y/o adecuación de hasta tres (3) ZODME'S con un área de hasta 11,07 ha para disponer material sobrante de cortes, excavaciones y cortes base agua tratados y estabilizados; los cuales se encuentran dentro del área de influencia definida para el proyecto.</p> <p><i>Al respecto, y para dar cumplimiento al requerimiento 2 Descripción del proyecto: "Aclarar la razón por la cual, la empresa esta solicitando la construcción y operación de las ZODME, sujeta al cumplimiento de la Zonificación de Manejo Ambiental, si se están presentando las coordenadas de las tres ZODME propuestas a construir y operar dentro del área del proyecto". Se aclara que si bien se hace entrega de las coordenadas y de ubicación de los tres ZODME, la zonificación de manejo ambiental propuesta en el presente estudio, esta sujeta a la evaluación y posible ajuste por parte de la autoridad ambiental, lo cual puede generar cambios sobre las áreas propuestas, bajo esta condición la infraestructura debe ser adaptada a las nuevas condiciones de restricción ambiental.</i></p> <p>Una vez finalizada la construcción de los ZODME's se realizará la empradización de estos si se prevé no ser utilizados a futuro o si alcanzan la altura máxima.</p> <p>En caso de que el material dispuesto en esta área sea idóneo para la conformación de otras áreas podrá ser reutilizado.</p>
			7	<p>Apertura y adecuación del derecho de vía</p> <p>Comprende la adecuación del corredor dentro del área de intervención objeto de esta modificación, para el tránsito de la maquinaria y la realización de los trabajos de instalación de las tuberías para conectar las facilidades de producción existentes (CPF's) y la infraestructura necesaria hasta los cinco nuevos puntos de vertimiento, el nuevo punto de vertimiento propuesto (V6), las líneas de flujo y su infraestructura asociada para la conducción y disposición de las aguas tratadas para el vertimiento a suelo, y las líneas de flujo necesarias para el transporte de las aguas asociadas a inyección para sostenimiento de presión.</p> <p>Las nuevas líneas de flujo hacia los diferentes puntos de vertimiento compartirán los corredores (DDV) con las líneas existentes, excepto para el punto de vertimiento V6.</p>
			8	<p>Instalación de la tubería</p> <p>Para el campo Rubiales se tiene autorizado la "Construcción de líneas de flujo para la conducción de la producción de los pozos a las baterías de recolección y tratamiento más cercanas" (Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 en su parágrafo segundo, literal 2).</p> <p>Comprende las actividades de acopio, doblado, tendida, e instalación de la tubería de las líneas de flujo de agua residual industrial. Incluye además la alineación, sandblasting, revestimiento, aislamiento térmico, montaje de tubería mecánica a la vista y sistemas de protección contra la corrosión como pinturas, camas anódicas o protección catódica; instalación de soporte tipo Marco H, corte y soldadura de las líneas de flujo.</p>

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	
				Se solicita la construcción de líneas de flujo superficial y/o enterrada para el transporte de agua residual industrial por medio de tubería, en disposición de una o líneas paralelas, para conectar las facilidades de producción existentes (CPF's) y la infraestructura necesaria hasta los cinco nuevos puntos de vertimiento, el nuevo punto de vertimiento propuesto (V6), las líneas de flujo y su infraestructura asociada para la conducción y disposición de las aguas tratadas para el vertimiento a suelo, y las líneas de flujo necesarias para el transporte de las aguas asociadas a inyección para sostenimiento de presión. Cuyo trazado irá preferiblemente paralelo a las vías de acceso, a líneas de flujo existentes y/o distribuidas indistintamente al interior del área de intervención objeto de esta modificación.	
			9	Cruces especiales	Dentro de los diseños de los posibles trazados de líneas se podrán generar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cruces sobre vías: se podrá requerir de excavaciones a cielo abierto.</li> <li>- Cruces sobre cuerpos de agua, bosques: se ejecutarán si son requeridos perforaciones dirigidas y/o mediante lanzamiento de la tubería fuera de la zona especial, respetando los accesos autorizados para la maquinaria, sin intervenir los cauces. Para lo cual no se requerirán permisos de ocupación de cauce</li> <li>- Cruces sobre ductos y otros: se podrá requerir de excavaciones a cielo abierto o instalación en marco H.</li> </ul>
			10	Prueba Hidrostática y ensayos no destructivos (END)	Las tuberías proyectadas a instalar como líneas de flujo se someten a pruebas de resistencia, mediante pruebas de presión hidrostáticas después de su instalación y antes de que el sistema de transporte inicie su operación.  Adicionalmente, se realizan ensayos no destructivos como radiografías, ultrasonidos, tintas penetrantes y las demás avaladas en las normas internacionales.
		PERFORACIÓN	11	Perforación de Pozos inyectores	Esta actividad hace referencia al proceso mediante el cual se realiza la perforación nueva o complementaria en pozos productores existentes de una cavidad con diámetros entre 17 1/2" y 6 1/8" entre sus fases hasta la formación C7, en plataformas existentes ubicadas dentro área de intervención objeto de esta modificación, buscando llegar a la formación receptora. Para esta actividad (no se requerirá modificar lo autorizado mediante la Resolución 233 del 2001 y sus respectivas modificaciones en relación a la construcción de nuevas plataformas).
12	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación		Una vez instalado el equipo de perforación y equipos conexos, se dará inicio a la perforación de los pozos, utilizando lodos base agua y/o base aceite. Los lodos base agua que son desechados, se tratan en la unidad de dewatering para separar la fase sólida de la líquida, son transportados al área de manejo y disposición de cortes de campo Rubiales para su debido tratamiento y estabilización, antes de su disposición final; la cual se realizará en los ZODME's autorizados para el Campo.		

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		FACILIDADES DE PRODUCCIÓN	13	<p>Construcción, instalación y/o adecuación de facilidades</p> <p>Corresponde a la construcción, adecuación, instalación y/o montaje de equipos adicionales, de tal manera que se garantice contar con los equipos y/o instalaciones necesarias para el cumplimiento de parámetros requeridos por la normatividad legal y tratar los volúmenes de agua residual industrial requeridos tanto para vertimiento en cuerpo de agua, vertimiento en suelo y la inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento.</p> <p>Para garantizar el tratamiento de las aguas industriales generadas, se plantea el montaje de los equipos principales para alcanzar 1160 kWPD adicionales para el crecimiento del campo Rubiales con disposición de agua en vertimiento a cuerpo de agua, suelo y pulimiento general del agua de inyección, necesarios para el tratamiento de los volúmenes de agua requeridos en el Campo. Los trabajos que se llevaran a cabo serán reparación y/o construcción de pedestales para la instalación de equipos como decantadores, filtros y demás equipo requerido por el paquete de tratamiento, fundición de losa química, montaje de instrumentación e interconexiones mecánicas y eléctricas.</p> <p>Estas actividades se desarrollarán en las áreas ya licenciadas de los Centros de Facilidades de Producción CPF's existentes en campo Rubiales los cuales se encuentran al interior del área de intervención objeto de esta modificación, teniendo en cuenta que son las áreas industriales dentro del Campo donde se generan los procesos individuales de deshidratación del crudo para ponerlo en especificaciones o en condiciones adecuadas de transporte y venta; así como el tratamiento del agua objeto del proceso de deshidratación.</p>
			14	<p>Mantenimiento de presión del yacimiento</p> <p>La actividad de mantenimiento de presión permitirá usar la inyección de agua para mantener el balance volumétrico del yacimiento compensando parte del volumen extraído en la actividad de producción de la subunidad carbonera C7 del campo Rubiales, que corresponde a la misma zona productora. El agua separada será reinyectada al yacimiento mediante pozos productores convertidos previamente a inyectoros o la perforación de pozos de inyección nuevos localizados en plataformas existentes ubicadas área de intervención objeto de esta modificación. No se requerirá modificar lo autorizado mediante la Resolución 233 del 2001 y sus respectivas modificaciones en relación a la construcción de nuevas plataformas.</p>
			15	<p>Manejo, tratamiento, almacenamiento y transporte de agua residual industrial</p> <p>Para el campo Rubiales se tiene autorizado estas actividades en los Centros de Facilidades de Producción CPF's existentes, por medio de la Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 para el CPF-1 y su modificación mediante Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008 para el CPF-2.</p> <p>Consiste en la actividad mediante la cual se dará un manejo adecuado al agua residual industrial del campo Rubiales en los Centros de Facilidades de Proceso CPF's existentes; para el cumplimiento de parámetros requeridos por la normatividad legal para su posterior vertimiento en cuerpo de agua (caño Rubiales) e igualmente dando cumplimiento al Decreto 050 del 16 de enero de 2018 para su posterior vertimiento en suelo. Así como el pilimento de las aguas destinadas a la inyección para sostenimiento de presión.</p>

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
				Igualmente se realizará el transporte de agua residual industrial tratada para su disposición en cuerpo de agua y/o suelo, y agua separada para su reinyección para el sostenimiento de presión del yacimiento; ambas por medio de líneas de flujo de acuerdo con lo autorizado en la Resolución 0233 y sus modificaciones.
		16	Disposición final de agua residual industrial en suelo	Se proyecta realizar la disposición final del agua residual industrial tratada de un volumen de 224.436 BBLS/día en cumplimiento del Decreto 050 de 2018 en un área de 598 ha con una lámina neta de riego de 3,4 mm; exceptuando los meses de mayo, junio y julio.
		17	Disposición final de agua residual industrial en cuerpo de agua	Actualmente el campo Rubiales realiza vertimiento de 300.000 barriles de agua en los cinco (5) puntos de vertimiento autorizados para el Campo mediante Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 y sus modificaciones.  Solicitar la ampliación del volumen de vertimiento autorizado de aguas residuales industriales tratadas sobre el caño Rubiales en los cinco (5) puntos existentes para el periodo comprendido entre abril y diciembre, de la siguiente manera: Si el caudal del caño Rubiales es mayor a 4,94 m <sup>3</sup> /s y menor a 8 m <sup>3</sup> /s se dispondrán 358.670,2 BWPD equivalentes a 0,6625 m <sup>3</sup> /s, lo que representaría un caudal unitario de 0.1325 m <sup>3</sup> /s, y si el caudal del caño Rubiales es mayor a 8 m <sup>3</sup> /s se dispondrán 600.000 BWPD equivalentes a 1.10420 m <sup>3</sup> /s, lo que representaría un caudal unitario de 0.22084 m <sup>3</sup> /s  Solicitar un nuevo punto de vertimiento adicional (V6) sobre el caño Rubiales ubicado en las coordenadas relacionadas en la Tabla 0.4, para el periodo comprendido entre los meses de abril y diciembre, de la siguiente manera: Si el caudal del caño Rubiales es mayor a 4,94 m <sup>3</sup> /s y menor a 8 m <sup>3</sup> /s se dispondrán 71734,04 BWPD equivalentes a 0,1325 m <sup>3</sup> /s, y si el caudal del caño Rubiales es mayor a 8 m <sup>3</sup> /s se dispondrán 120.000 BWPD equivalentes a 0,22084 m <sup>3</sup> /s
	<b>MANTENIMIENTO</b>	18	Mantenimiento de infraestructura y equipos	Hace referencia a las actividades necesarias y procesos para el seguimiento, inspección, reposición, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de la infraestructura, equipos o tecnologías asociadas para el tratamiento y manejo de agua residual industrial tratada para su disposición en cuerpo de agua y/o suelo, y agua separada para su reinyección para el sostenimiento de presión del yacimiento, y que garanticen la correcta operación del proyecto.

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	
		ABANDONO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL	19	Mantenimiento de líneas de flujo	Hace referencia a las actividades necesarias y procesos para el seguimiento, inspección, reposición, mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de las líneas de flujo, con el fin de garantizar el transporte del agua residual industrial tratada y/o agua separada desde su origen y hasta las áreas y/o puntos de disposición final o pozos de inyección respectivamente.  De ser necesario se ejecutarán actividades de mantenimiento del DDV.
			20	Desarme y retiro de equipos y maquinaria	Consiste en las actividades de demolición, desarme, retiro, desmantelamiento y/o demolición de estructuras, equipo y maquinaria que fueron utilizados en las fases de construcción y operación del proyecto.  Para el desmantelamiento, abandono y restauración del área se deberá tener en cuenta lo definido en el artículo 2.2.2.3.9.2 del Decreto 1076 del 26 de 2015 que establece “para la definición del plan de desmantelamiento y abandono. Cuando el proyecto requiera o deba iniciar su fase de desmantelamiento y abandono, el titular deberá presentar a la autoridad ambiental competente, por lo menos con tres (3) meses de anticipación un plan que contenga como mínimo los requerimientos definidos en el citado artículo.”  Para el desmantelamiento y abandono de áreas de vertimiento en suelo se deberá tener en cuenta lo definido en el artículo 2.2.3.3.4.9 del Decreto 050 del 16 de enero de 2018 para “Aguas residuales no domésticas tratadas” en su literal 6.
			21	Limpieza de áreas	Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción, operación y mantenimiento, al igual que aquellas involucradas con la respectiva señalización.
			22	Reconformación del terreno, empradización y/o revegetalización final	Para la reconformación del terreno se incluyen las acciones que abarcan desde el desarme de equipos instalados, limpieza y demolición de estructuras que ya no sean necesarias para el desarrollo del proyecto, posteriormente se realizarán las actividades de empradización y/o revegetalización que consiste en las acciones encaminada a restaurar las áreas intervenidas por la construcción de infraestructura, mediante procesos como empradización, y revegetalización para lo cual se podrá utilizar diversas tecnologías como siembra al voleo.
			23	Cierre de obligaciones	Consiste en el cumplimiento de las acciones y/u obligaciones tanto de pasivos ambientales como sociales.



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		<b>ACTIVIDADES TRANSVERSALES</b>	24 Información y comunicación a comunidades y autoridades locales	<p>Durante esta etapa, se informarán a las comunidades del área de influencia y entidades municipales, como mínimo en tres reuniones: una previa al inicio de las actividades, otra de avance y otra al finalizar la construcción de las actividades objeto de la modificación.</p> <p>Se cuenta con puntos de atención instalados en el AID de campo Rubiales, a los cuales los habitantes de las veredas puedan tener acceso a un sistema de recepción y trámite de peticiones, quejas y reclamos y los espacios de participación establecidos por el departamento de entorno.</p>
	25 Contratación de personal.		<p>Contempla la contratación de mano de obra para el desarrollo de las actividades del proyecto.</p> <p>La contratación de personal se manejará por intermedio de la Unidad de Servicio Público de Empleo teniendo en cuenta las disposiciones enmarcadas en el Decreto 1668 del 21 de octubre de 2016, referente a la contratación de mano de obra local en el municipio donde se desarrollen proyectos de exploración y producción de hidrocarburos.</p> <p>El personal contratado, contará con las inducciones correspondientes que le permitan llevar a cabo las actividades correspondientes bajo los protocolos autorizados por ECOPETROL S.A. y teniendo en cuenta procedimientos sostenibles para el medio ambiente y la comunidad.</p>	
	26 Adquisición de bienes y servicios.		<p>La actividad de adquisición de bienes y servicios estará alineada a la justa y sana competencia, la transparencia, equidad y oferta disponible, cumpliendo la normatividad legal existente. Se aprovecharán los recursos disponibles asociados a viveres y materiales que se encuentren dentro de las veredas y municipios establecidos como área de influencia del campo en la medida que sea requerido. También se podrá adquirir bienes y servicios acorde con la política de la empresa y la legislación correspondiente.</p>	
	27 Movilización y/o transporte de material, equipo, maquinaria y personal		<p>Incluye todas las tareas que se relacionan con el movimiento y transporte de la maquinaria, equipo, materiales y personal, necesario para los trabajos requeridos durante la ejecución de las actividades. Se efectuará a través de las vías existentes usando camiones adecuados especialmente para el transporte.</p> <p>El transporte de los materiales debe hacerse hasta las áreas establecidas para el frente de trabajo y con su adecuada protección, esto incluirá el cargue y el descargue en cualquier punto de almacenamiento intermedio o punto de transferencia en la ruta de transporte.</p>	

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN																																					
		28	Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua subterránea	<p>Solicitar permiso de explotación de agua subterránea para cinco (5) pozos existentes (en áreas que cuentan con permisos de exploración) y un (1) un pozo adicional en el área denominada campamento Mi Llanura (para un total de 6); con el fin de completar los requerimientos de agua, dentro de la proyección de crecimiento del Campo, necesarios para el desarrollo de las actividades domésticas e industriales en un caudal de hasta 5 L/s.</p> <p>En la Tabla 0.26 se puede observar las coordenadas de los pozos propuestos para la explotación de agua subterránea.</p> <p><b>Tabla 0.26 Coordenadas pozos propuestos para la explotación</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ID</th> <th rowspan="2">TIEMPO DE BOMBEO</th> <th rowspan="2">CAUDAL DE EXPLOTACIÓN</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PASUB CPF 1</td> <td>No debe superar las 16 horas</td> <td>5 l/s</td> <td>960148,87</td> <td>913048,45</td> </tr> <tr> <td>PASUB CPF 2</td> <td>No debe superar las 12 horas</td> <td>4 l/s</td> <td>958788,02</td> <td>910387,92</td> </tr> <tr> <td>PASUB 3</td> <td>No debe superar las 16 horas</td> <td>5 l/s</td> <td>956687,74</td> <td>910267,27</td> </tr> <tr> <td>PASUB 4</td> <td>No debe superar las 12 horas</td> <td>5 l/s</td> <td>957637,20</td> <td>907330,41</td> </tr> <tr> <td>PASUB 5</td> <td>No debe superar las 12 horas</td> <td>4 l/s</td> <td>961597,99</td> <td>910394,02</td> </tr> <tr> <td>PASUB 6</td> <td>No debe superar las 12 horas</td> <td>4 l/s</td> <td>964014,29</td> <td>909279,80</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)</p> <p>Asimismo, se consideran las actividades de bombeo, almacenamiento temporal y conducción a destino, para su posterior uso con el fin de completar los requerimientos de agua, dentro de la proyección de crecimiento del Campo necesarios para el desarrollo de las actividades domésticas e industriales.</p>	ID	TIEMPO DE BOMBEO	CAUDAL DE EXPLOTACIÓN	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	PASUB CPF 1	No debe superar las 16 horas	5 l/s	960148,87	913048,45	PASUB CPF 2	No debe superar las 12 horas	4 l/s	958788,02	910387,92	PASUB 3	No debe superar las 16 horas	5 l/s	956687,74	910267,27	PASUB 4	No debe superar las 12 horas	5 l/s	957637,20	907330,41	PASUB 5	No debe superar las 12 horas	4 l/s	961597,99	910394,02	PASUB 6	No debe superar las 12 horas	4 l/s	964014,29	909279,80
			ID	TIEMPO DE BOMBEO				CAUDAL DE EXPLOTACIÓN	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																
ESTE	NORTE																																								
PASUB CPF 1	No debe superar las 16 horas	5 l/s	960148,87	913048,45																																					
PASUB CPF 2	No debe superar las 12 horas	4 l/s	958788,02	910387,92																																					
PASUB 3	No debe superar las 16 horas	5 l/s	956687,74	910267,27																																					
PASUB 4	No debe superar las 12 horas	5 l/s	957637,20	907330,41																																					
PASUB 5	No debe superar las 12 horas	4 l/s	961597,99	910394,02																																					
PASUB 6	No debe superar las 12 horas	4 l/s	964014,29	909279,80																																					
		29	Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua superficial	<p>Actualmente el campo Rubiales cuenta con nueve (9) puntos de concesión de agua superficial autorizados por la Resolución 0233 del 16 de marzo de 2001 y sus modificaciones, de acuerdo con la Tabla 0.27.</p> <p><b>Tabla 0.27 Puntos de concesión de aguas autorizados para el campo Rubiales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FUENTE</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="2">UBICACIÓN</th> <th rowspan="2">CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)</th> <th rowspan="2">RESTRICCIONES</th> <th rowspan="2">ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caño Rubiales</td> <td>960483,00</td> <td>912569,00</td> <td>-</td> <td>4,0</td> <td>-</td> <td>Resolución 233 del</td> </tr> </tbody> </table>	FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)	RESTRICCIONES	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA	ESTE	NORTE	Caño Rubiales	960483,00	912569,00	-	4,0	-	Resolución 233 del																					
FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)		RESTRICCIONES	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA																																		
	ESTE	NORTE																																							
Caño Rubiales	960483,00	912569,00	-	4,0	-	Resolución 233 del																																			

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN												
										2001						
										Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 4,0 l/s)						
										Caño Rubiales	960462,00	913469,00	Corriente principal del caño Rubiales. Puente Sta. Helena cercano a Batería 2.	3,0	-	Resolución 613 del 2004
										Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)						
										Caño Rubiales	962667,00	913618,00	Corriente principal del caño Rubiales. Se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.	3,0	-	Resolución 613 del 2004
										Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)						
										Caño Arrabo	957794,00	909794,00	Se accede a mano derecha por la vía hacia la localización de RB-10	2,0	La empresa debe abstenerse de captar agua en verano cuando la profundidad de este disminuya en un 50% es decir, a una profundidad de 1,3	Resolución 613 del 2004
											957753,00	909879,00				Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)
										Caño Masiferiana	956076,00	911921,00	Puente sobre la vía hacia la Batería 4.	2,0		Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
											955902,00	911841,00				Resolución 613 del 2004
										Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)						
										Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del						

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN						
							caudal a 2,0 l/s)			
				Caño Ivoto	961306,00	909662,00	Se accede a mano derecha de la vía hacia el pozo RB-10.	2,0	La empresa debe abstenerse de captar agua en verano puesto que la profundidad de este disminuye considerablemente tal como lo reporta	Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Ampliación del caudal de captación de 0,5 l/s a 1 L/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
				Brazo del Caño Rubiales	946550,00	916765,00	Sitio requerido para la perforación del pozo RB-35	2,0	Este punto de captación se autorizó solo para la perforación del pozo RB-35.	Resolución 613 del 2004
				Caño Budar	958003,00	903907,00	-	2,0	La empresa debe abstenerse de captar agua en verano cuando el caudal y el nivel del agua disminuye considerablemente	Resolución 1168 del 2005 Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
				Caño Budar	958550,00	909025,00	-	2,0	Deberá cumplir con la restricción establecida para este cuerpo de agua.	Resolución 1586 del 2008
<p>Fuente: (Resolución 233 de 16 de marzo de 2001, 2001), (Resolución 613 de 26 de mayo de 2004, 2004), (Resolución 1168 de 18 del agosto de 2005, 2005) y (Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, 2008); modificado por (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)</p> <p>Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de asegurar el balance hídrico del Campo Rubiales, ECOPETROL S.A., ratifica a esta Autoridad, que desear desistir de seis (6) puntos otorgados para la concesión de agua superficial. A continuación, se presenta los tres puntos que se mantendrían en uso del permiso otorgado: (Ver Tabla 0.28)</p>										

ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN																										
				<p><b>Tabla 0.28 Concesiones y caudales ratificados según las necesidades del campo Rubiales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FUENTE</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="2">UBICACIÓN</th> <th rowspan="2">CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)</th> <th rowspan="2">ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA</th> </tr> <tr> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caño Arrabo</td> <td>957754,82</td> <td>909803,24</td> <td>Se accede a mano derecha por la vía hacia la localización de RB-10</td> <td>2,0</td> <td>Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td>Caño Masifferiana</td> <td>955898,70</td> <td>911822,64</td> <td>Puente sobre la vía hacia la Batería 4.</td> <td>2,0</td> <td>Resolución 613 del 2004. Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td>Caño Ivoto</td> <td>961306,00</td> <td>909662,00</td> <td>Se accede a mano derecha de la vía hacia el pozo RB-10.</td> <td>2,0</td> <td>Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Ampliación del caudal de captación de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)</p>	FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA	NORTE	ESTE	Caño Arrabo	957754,82	909803,24	Se accede a mano derecha por la vía hacia la localización de RB-10	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)	Caño Masifferiana	955898,70	911822,64	Puente sobre la vía hacia la Batería 4.	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)	Caño Ivoto	961306,00	909662,00	Se accede a mano derecha de la vía hacia el pozo RB-10.	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Ampliación del caudal de captación de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)
FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)		ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZA																								
	NORTE	ESTE																												
Caño Arrabo	957754,82	909803,24	Se accede a mano derecha por la vía hacia la localización de RB-10	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																									
Caño Masifferiana	955898,70	911822,64	Puente sobre la vía hacia la Batería 4.	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																									
Caño Ivoto	961306,00	909662,00	Se accede a mano derecha de la vía hacia el pozo RB-10.	2,0	Resolución 613 del 2004. Resolución 1168 de 2005 (Ampliación del caudal de captación de 0,5 l/s a 1 l/s) Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																									

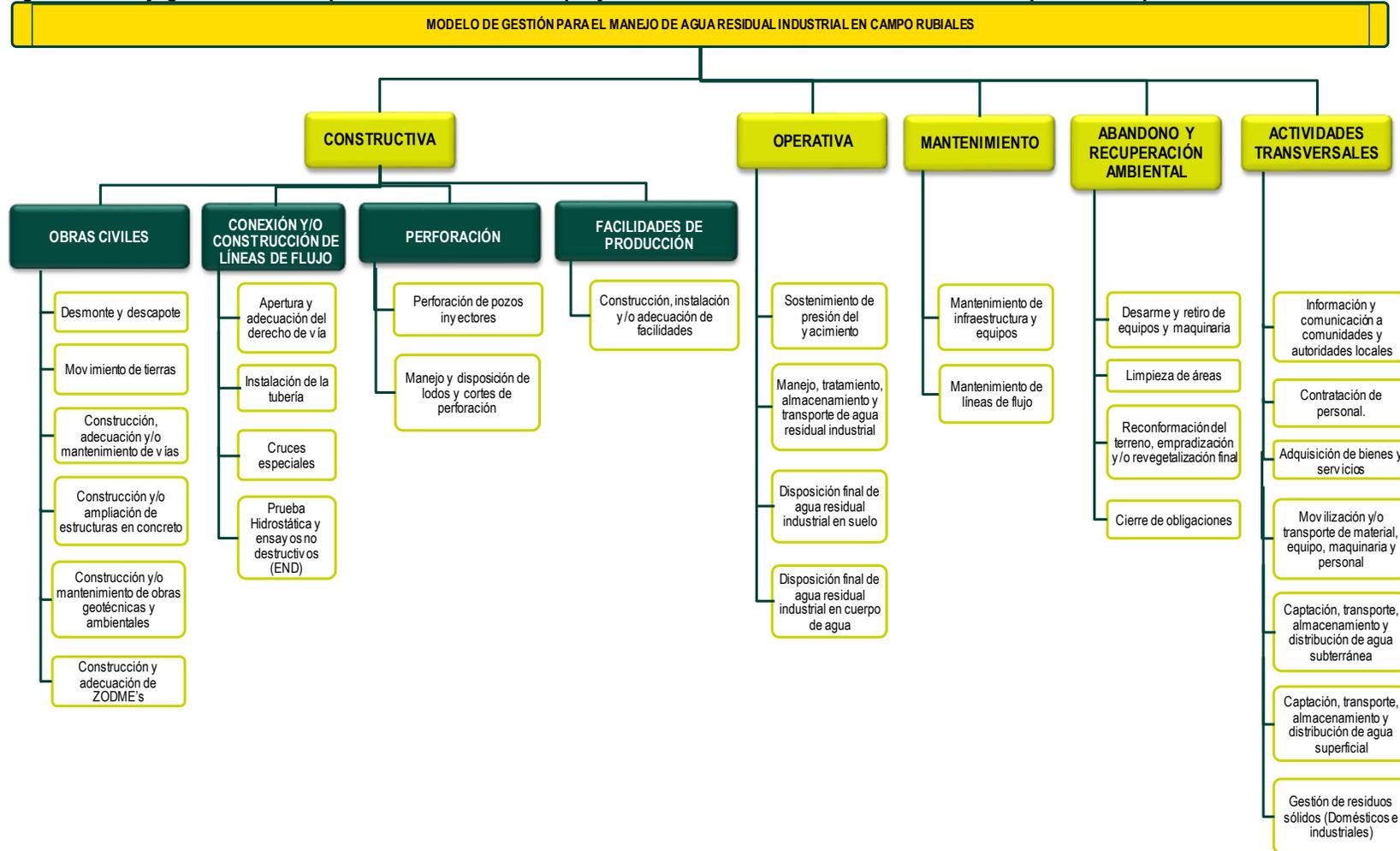
ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ETAPA	SUB ETAPAS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		30	Gestión de residuos sólidos (Domésticos e industriales)	<p>Se refiere al manejo de los residuos sólidos (domésticos, industriales y peligrosos) con forme a la “Guía para la gestión integral de residuos en ECOPETROL S.A. 2017”, la cual establece los lineamientos para la segregación, clasificación y disposición final de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto.</p> <p>Los residuos sólidos se subdividen en residuos sólidos industriales provenientes de la operación en todas sus etapas, incluyendo recipientes, embalajes, sobrantes, y material desechado. De igual forma se generan residuos de tipo doméstico generados por el personal que labora en las instalaciones del campo Rubiales y sus actividades de aseo, alimentación y labores de oficina principalmente. En las instalaciones se lleva a cabo las actividades de separación, almacenamiento y entrega de residuos. El tratamiento y/o la disposición final se realizan a través de gestores autorizados que conducen los residuos según su procedencia (domésticos - industriales) hasta los sitios que cuenten con los respectivos permisos y autorizaciones por parte de la autoridad ambiental; adicionalmente se podrá realizar compostaje para el mejoramiento de suelos del campo Rubiales.</p>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

## 0.2.2 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la Figura 0.10 se presenta el flujograma estimado para las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales.

Figura 0.10 Flujoograma estimado para las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales.



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.2.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ECOPETROL S.A. ha proyectado el desarrollo de las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales en un cronograma de ejecución a lo largo de la línea de tiempo de operación de este. En la Tabla 0.29 se presenta el cronograma propuesto para el desarrollo de las estrategias de desarrollo del proyecto por cada año de operación requerido; este podrá ser objeto de modificaciones de acuerdo con las necesidades del proyecto y de la operación.



Tabla 0.29 Cronograma para el desarrollo de las actividades del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales

ETAPA y/o ESTRATEGIA DE DESARROLLO		ACTIVIDAD	MES												
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
Constructiva	Obras Civiles	1	Desmante y descapote												
		2	Movimiento de tierras												
		3	Construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías												
		4	Construcción y/o ampliación de estructuras en concreto												
		5	Construcción, adecuación y/o mantenimiento de obras geotécnicas y ambientales												
		6	Construcción y adecuación de ZODMES												
	Conexión y/o construcción de líneas de flujo	7	Apertura y adecuación del derecho de vía												
		8	Instalación de la tubería												
		9	Cruces especiales												
		10	Prueba Hidrostática y ensayos no destructivos (END)												
	Perforación	11	Perforación de pozos inyectores												
		12	Manejo y disposición de lodos y cortes de perforación												
	Facilidades de producción	13	Construcción, instalación y/o adecuación de facilidades												
	Operativa	14	Sostenimiento de presión del yacimiento												



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO  
RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

ETAPA y/o ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ACTIVIDAD	MES											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	15 Manejo, tratamiento, almacenamiento y transporte de agua residual industrial												
	16 Disposición final de agua residual industrial en suelo												
	17 Disposición final de agua residual industrial en cuerpo de agua												
Mantenimiento	18 Mantenimiento de infraestructura y equipos												
	19 Mantenimiento de líneas de flujo												
Abandono y recuperación ambiental	20 Desarme y retiro de equipos y maquinaria												
	21 Limpieza de áreas												
	22 Reconformación del terreno, empedrado y/o revegetalización final												
	23 Cierre de obligaciones												
Actividades Transversales	24 Información y comunicación a comunidades y autoridades locales												
	25 Contratación de personal												
	26 Adquisición de bienes y servicios												
	27 Movilización y/o transporte de material, equipo, maquinaria y personal												
	28 Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua subterránea												
	29 Captación, transporte, almacenamiento y distribución de agua												



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO  
RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

ETAPA y/o ESTRATEGIA DE DESARROLLO	ACTIVIDAD	MES											
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
	superficial												
	30 Gestión de residuos sólidos (Domésticos e industriales)												

LEYENDA	
	Tiempo estimado para la actividad
	Se puede requerir en cualquier momento (obras civiles, construcción de líneas, perforación, producción)
	Se puede extender según necesidades de la operación.
	En caso de ser requerido

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018) y (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.2.4 COSTO DEL PROYECTO

El presupuesto total del proyecto está dado por las tarifas planteadas para cada una de las actividades necesarias para el desarrollo de las estrategias. En la Tabla 0.30 se presentan los costos asociados al proyecto.



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO  
RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

**Tabla 0.30 Costos para el proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales**

<b>COSTO TOTAL PARA EL PROYECTO</b>					
		<b>USD (UNITARIO)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL EN DÓLARES</b>	<b>PESOS COLOMBIANOS</b>
<b>OBRAS CIVILES Y ADECUACIÓN DE VÍAS</b>					
Mantenimiento y/o adecuación de vías internas	Valor adecuación. Global	USD\$ 1.576.499,13	1	USD\$ 1.576.499,13	\$ 5.007.150.420,00
Construcción de Vías de acceso a áreas de vertimiento en suelo	Valor Construcción vías. Global	USD\$ 554.371,37	1	USD\$ 554.371,37	\$ 1.760.750.000,00
Construcción de nuevo punto de vertimiento V6, incluye línea de flujo	Valor construcción. Global	USD\$ 638.635,82	1	USD\$ 638.635,82	\$ 2.028.384.000,00
Construcción de líneas de flujo a vertimientos V1, V2, V3, V4 y V5	Valor construcción por punto	USD\$ 443.497,10	5	USD\$ 2.217.485,49	\$ 7.043.000.000,00
Construcción, instalación y/o adecuación de facilidades (trenes de tratamiento de agua)	Construcción y/o instalación / Tren tratamiento	USD\$ 1.108.742,74	4	USD\$ 4.434.970,97	\$ 14.086.000.000,0
Construcción y puesta en funcionamiento sistema de vertimiento en suelo	Costo Construcción y operación del sistema. Global	USD\$ 10.643.930,33	1	USD\$ 10.643.930,33	\$ 33.806.400.000,0
Construcción y/o adecuación de ZODME's	Valor construcción por ZODME. Global	USD\$ 381.407,50	3	USD\$ 1.144.222,51	\$ 3.634.188.000,00
<b>SUBTOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>USD\$ 21.210.115,62</b>	<b>\$ 67.365.872.420,00</b>
<b>PERFORACIÓN</b>		<b>USD (UNITARIO)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO EN DÓLARES</b>	<b>PESOS COLOMBIANOS</b>
Perforación y operación de pozos de aguas subterráneas	Valor Global	USD\$ 196.025,72	6	USD\$ 1.176.154,30	\$ 3.735.607.200,00
<b>SUBTOTAL PERFORACIÓN</b>				<b>USD\$ 1.176.154,30</b>	<b>\$ 3.735.607.200</b>
<b>TOTAL</b>				<b>USD\$ 22.386.269,92</b>	<b>\$ 71.101.479.620,00</b>

Nota: La TRM usada para la conversión de la moneda fue tomada del 11 de diciembre del 2018 en \$3.176,12.

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018) y (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

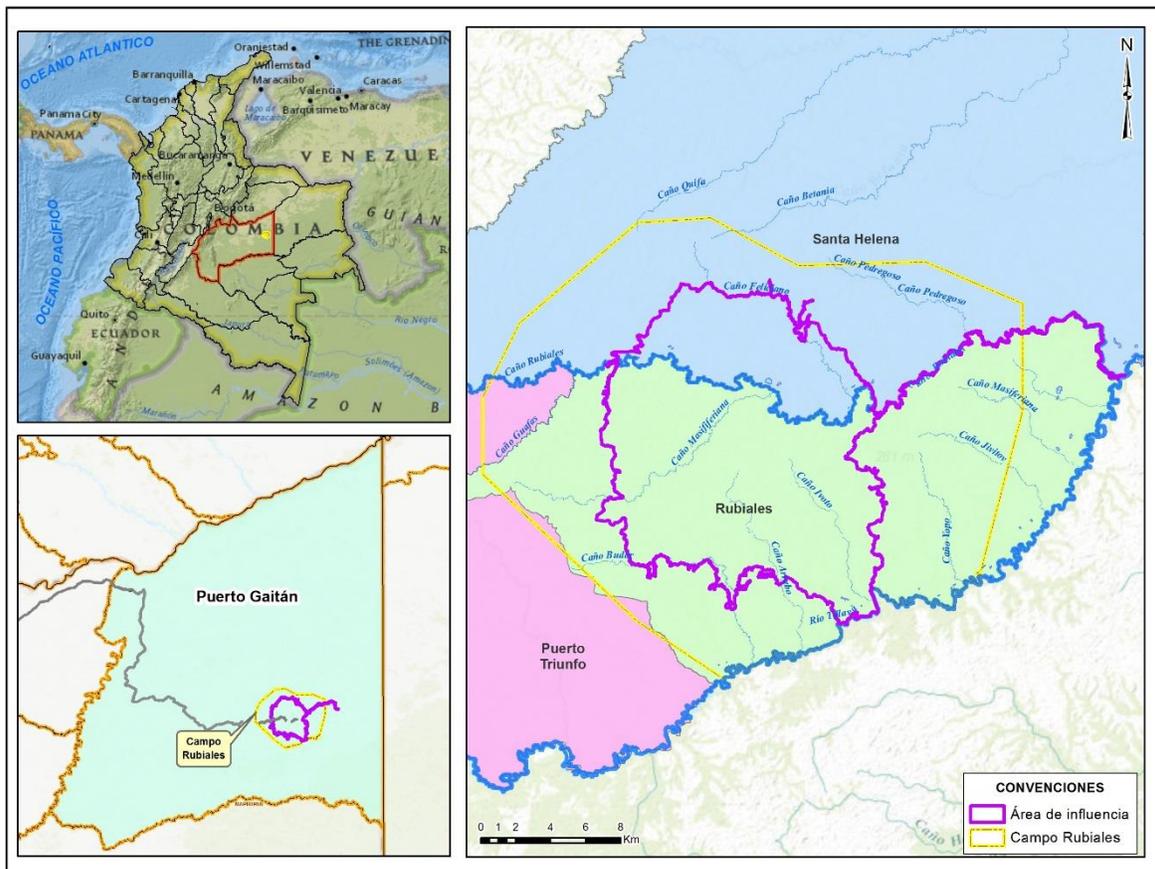
### 0.3 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA

#### 0.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

El área definida como alcance del proyecto se encuentra localizada geográficamente en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, en las veredas Rubiales y Santa Helena, en una altillanura dividida por los afluentes del caño Rubiales y del río Tillavá, en jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena – CORMACARENA.

La localización general del proyecto se muestra en la Figura 0.11, donde se observa su ubicación con respecto al Campo Rubiales, del cual hace parte. Las coordenadas del polígono objeto de la modificación, se relacionan en la Tabla 0.31.

Figura 0.11 Localización del proyecto



Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2018)

**Tabla 0.31 Coordenadas de localización del proyecto**

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	963664,4428	901576,8377	-71,404593	3,706078
2	963356,9831	902118,4409	-71,407363	3,710975
3	963171,7744	902589,4002	-71,409032	3,715233
4	963050,0658	902626,4419	-71,410127	3,715567
5	962457,3979	903028,6094	-71,415464	3,719202
6	962023,4804	902980,9843	-71,41937	3,71877
7	960822,2697	904113,4032	-71,430187	3,729006
8	960314,2687	903705,9441	-71,434758	3,72532
9	960092,0182	903901,7361	-71,43676	3,72709
10	960012,6431	904224,5284	-71,437476	3,730008
11	959250,6415	904150,445	-71,444335	3,729336
12	959065,4328	904219,2368	-71,446002	3,729957
13	959176,5581	904594,9459	-71,445003	3,733355
14	959557,5588	904499,6957	-71,441573	3,732495
15	959896,2262	904510,279	-71,438525	3,732592
16	959880,3511	904584,3625	-71,438668	3,733262
17	959446,4336	904579,0708	-71,442574	3,733212
18	959224,1831	904706,0711	-71,444575	3,73436
19	958970,1826	904790,7379	-71,446862	3,735125
20	958832,599	904584,3625	-71,4481	3,733258
21	958599,7652	904663,7377	-71,450196	3,733975
22	958488,64	904520,8624	-71,451196	3,732682
23	958583,8902	904367,4037	-71,450338	3,731295
24	958276,9729	904224,5284	-71,4531	3,730002
25	958149,9727	904002,278	-71,454242	3,727992
26	958224,0561	903811,7776	-71,453575	3,726269
27	958610,3486	904097,5282	-71,450098	3,728855
28	958732,0572	904039,3197	-71,449003	3,728329
29	958451,5983	903494,277	-71,451525	3,723399
30	957991,2224	903467,8186	-71,455669	3,723158
31	957954,1806	902451,8166	-71,455999	3,71397
32	957684,3051	902287,7746	-71,458427	3,712485
33	957139,2623	902494,15	-71,463335	3,714349
34	957361,5128	902933,3592	-71,461336	3,718322
35	957239,8042	903430,7769	-71,462433	3,72282

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
36	957028,1371	903605,4022	-71,464339	3,724398
37	956758,2616	903631,8606	-71,466769	3,724636
38	956710,6365	903488,9853	-71,467197	3,723344
39	956356,0941	903462,5269	-71,470388	3,723103
40	956239,6772	903647,7356	-71,471437	3,724778
41	956673,5947	904034,0281	-71,467533	3,728273
42	956599,5112	904647,8626	-71,468202	3,733823
43	956409,0109	904912,4465	-71,469918	3,736215
44	956091,5102	905087,0718	-71,472777	3,737793
45	955514,7174	904573,7791	-71,477967	3,733149
46	955350,6754	904594,9459	-71,479444	3,733334
47	955398,3005	904811,9046	-71,479016	3,735302
48	955308,342	904780,1546	-71,479825	3,735015
49	955255,4252	904616,1126	-71,480301	3,733531
50	955059,6332	904679,6127	-71,482064	3,734104
51	955038,4664	904817,1963	-71,482255	3,735348
52	954821,5077	904885,9881	-71,484208	3,73597
53	954387,5901	904859,5297	-71,488114	3,735728
54	954043,6311	904838,363	-71,491211	3,735536
55	953879,5891	905034,1551	-71,492688	3,737305
56	953641,4637	905319,9056	-71,494833	3,739889
57	953408,6299	905319,9056	-71,496929	3,739888
58	953329,2547	905171,7387	-71,497643	3,738547
59	953323,963	904266,8619	-71,497686	3,730364
60	953075,2542	904303,9036	-71,499925	3,730698
61	953043,5041	904933,6132	-71,500214	3,736393
62	952937,6706	904917,7382	-71,501167	3,736249
63	953011,7541	904150,445	-71,500496	3,72931
64	952741,8785	904171,6117	-71,502926	3,729501
65	952763,0452	904785,4462	-71,502738	3,735052
66	952154,5023	904830,4255	-71,508216	3,735456
67	951702,0639	905044,7384	-71,51229	3,737392
68	951392,5008	906251,2408	-71,515082	3,748301
69	951202,0004	906616,3666	-71,516799	3,751602
70	951059,1252	906862,4296	-71,518086	3,753826
71	951463,9385	907148,1801	-71,514443	3,756412

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
72	951408,3759	907354,5555	-71,514944	3,758278
73	950828,9372	907132,3051	-71,520159	3,756266
74	950439,9989	907314,868	-71,523661	3,757915
75	949828,8102	907370,4306	-71,529164	3,758414
76	949781,1851	907775,2439	-71,529594	3,762075
77	950201,8734	908172,1197	-71,525809	3,765666
78	950170,1234	908672,1832	-71,526097	3,770188
79	951019,4376	909021,4339	-71,518453	3,77335
80	950709,8745	909418,3097	-71,521242	3,776938
81	950725,7495	909981,8733	-71,521101	3,782034
82	950654,3118	910394,6241	-71,521746	3,785766
83	950614,6243	910847,0625	-71,522106	3,789857
84	950789,2496	911299,5009	-71,520536	3,79395
85	950527,3116	911593,189	-71,522895	3,796604
86	950138,3733	911632,8766	-71,526397	3,796961
87	950011,3731	911751,9393	-71,527541	3,798037
88	950027,2481	912299,6279	-71,5274	3,80299
89	950082,8107	912839,379	-71,526903	3,807871
90	950281,2486	913371,1926	-71,525119	3,812682
91	950241,561	913887,1311	-71,525478	3,817347
92	950162,1859	914450,6947	-71,526196	3,822443
93	950209,811	914847,5705	-71,525769	3,826032
94	950384,4363	915220,6338	-71,524198	3,829407
95	950471,749	915649,2596	-71,523414	3,833283
96	950820,9997	916054,0729	-71,520272	3,836945
97	950900,3748	916419,1987	-71,519559	3,840248
98	950479,6865	916220,7608	-71,523345	3,838451
99	950328,8737	916498,5738	-71,524704	3,840963
100	950884,4998	916736,6993	-71,519703	3,843119
101	950900,3748	916855,762	-71,519561	3,844195
102	950678,1244	917070,075	-71,521563	3,846132
103	950693,9994	917236,7628	-71,521421	3,84764
104	951964,002	917268,5129	-71,509987	3,847933
105	951987,8145	917427,2632	-71,509773	3,849369
106	952352,9402	917673,3262	-71,506487	3,851595
107	952154,5023	917998,7643	-71,508275	3,854537

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
108	952218,0025	918173,3897	-71,507704	3,856117
109	952662,5034	918165,4522	-71,503702	3,856047
110	952646,6283	918443,2652	-71,503847	3,858559
111	953416,5674	919506,8923	-71,496919	3,868181
112	953940,4434	919697,3927	-71,492204	3,869906
113	953988,0685	920054,5809	-71,491776	3,873137
114	954742,1325	921173,7707	-71,484992	3,883261
115	955826,9264	920840,395	-71,475224	3,880251
116	956319,0523	921274,3125	-71,470795	3,884177
117	956525,4278	921247,8542	-71,468937	3,883938
118	956731,8032	920983,2703	-71,467077	3,881546
119	957520,2631	920406,4775	-71,459976	3,876334
120	958620,9319	920475,2693	-71,450067	3,87696
121	958642,0987	920644,603	-71,449877	3,878492
122	959877,0665	920537,9986	-71,438757	3,877532
123	959711,0175	921337,8127	-71,440256	3,884765
124	959959,7263	921321,9376	-71,438016	3,884622
125	960044,3931	920491,1443	-71,437251	3,877109
126	960171,3934	920512,311	-71,436107	3,877301
127	960795,8113	920432,9359	-71,430485	3,876586
128	960933,3949	920231,8521	-71,429246	3,874768
129	961081,5619	919702,6844	-71,42791	3,869983
130	961171,5204	919141,7666	-71,427098	3,864911
131	961362,0208	918760,7659	-71,425381	3,861466
132	961536,6461	918681,3907	-71,423809	3,860749
133	961436,1042	918961,8496	-71,424715	3,863285
134	961441,3959	919252,8918	-71,424668	3,865917
135	961610,7296	919686,8094	-71,423145	3,869842
136	961743,0215	920094,2685	-71,421956	3,873527
137	962298,6476	920226,5605	-71,416954	3,874725
138	962425,6479	920009,6017	-71,415809	3,872764
139	961933,5219	919792,6429	-71,420239	3,8708
140	961912,3552	919586,2675	-71,420429	3,868933
141	961684,8131	919258,1835	-71,422477	3,865966
142	961690,1047	918977,7246	-71,422428	3,86343
143	961806,5216	919014,7664	-71,42138	3,863765

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
144	962129,314	919326,9753	-71,418475	3,866589
145	962208,6891	919162,9333	-71,41776	3,865106
146	961975,8553	918744,8908	-71,419855	3,861325
147	961727,1465	918639,0573	-71,422093	3,860367
148	961573,6878	918300,3899	-71,423474	3,857304
149	961827,6884	918115,1812	-71,421186	3,85563
150	961811,8133	918480,307	-71,421331	3,858932
151	961901,7718	918617,8906	-71,420521	3,860176
152	962198,1058	918866,5994	-71,417854	3,862426
153	962404,4812	918882,4744	-71,415996	3,862571
154	962663,7734	918713,1408	-71,413661	3,86104
155	962938,9406	918183,973	-71,411182	3,856256
156	963282,8996	917617,7636	-71,408083	3,851137
157	963489,275	917384,9298	-71,406224	3,849032
158	963711,5255	917406,0965	-71,404223	3,849224
159	964171,9014	917321,4296	-71,400078	3,84846
160	964335,9434	916659,97	-71,398599	3,842479
161	964542,3188	916548,8448	-71,39674	3,841475
162	964616,4023	916326,5943	-71,396073	3,839465
163	964759,2776	916099,0522	-71,394786	3,837408
164	964772,5067	915945,5936	-71,394666	3,83602
165	965291,0911	915458,7592	-71,389996	3,83162
166	965349,2996	915339,6965	-71,389471	3,830543
167	965391,633	915366,1549	-71,38909	3,830783
168	965526,5708	915276,1964	-71,387875	3,829969
169	965717,0711	914953,4041	-71,386159	3,827051
170	965783,2171	914516,8407	-71,385562	3,823103
171	965822,9047	914516,8407	-71,385205	3,823103
172	965873,1756	914395,1321	-71,384752	3,822003
173	965883,759	913953,2771	-71,384655	3,818007
174	965719,717	913847,4435	-71,386132	3,81705
175	965796,4463	913738,9641	-71,38544	3,816069
176	965865,2381	913598,7347	-71,384821	3,814801
177	965940,6445	913625,1931	-71,384142	3,81504
178	966091,4573	913662,2348	-71,382784	3,815376
179	966164,2179	913687,3703	-71,382129	3,815603

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
180	966226,3951	913654,2973	-71,381569	3,815305
181	966309,739	913647,6827	-71,380819	3,815245
182	966352,0724	913711,1828	-71,380438	3,815819
183	966338,8432	913802,4643	-71,380557	3,816645
184	966382,4995	913861,9956	-71,380165	3,817183
185	966414,2496	913937,402	-71,379879	3,817865
186	966463,1976	914020,746	-71,379439	3,818619
187	966492,3019	914122,6107	-71,379177	3,81954
188	966467,1664	914233,736	-71,379404	3,820545
189	966543,8957	914287,9757	-71,378713	3,821036
190	966656,3438	914242,9964	-71,3777	3,82063
191	966730,4273	914290,6215	-71,377034	3,821061
192	966771,4378	914211,2463	-71,376664	3,820343
193	967037,3446	914227,1214	-71,37427	3,820487
194	967095,5531	913975,7667	-71,373745	3,818214
195	967181,5428	913937,402	-71,372971	3,817868
196	967197,4178	913999,5792	-71,372828	3,81843
197	967218,5846	914134,517	-71,372638	3,81965
198	967276,793	914194,0484	-71,372114	3,820189
199	967303,2514	914265,486	-71,371876	3,820835
200	967274,1472	914348,8299	-71,372139	3,821589
201	967219,9075	914375,2883	-71,372627	3,821828
202	967205,3554	914465,2468	-71,372758	3,822641
203	967204,0324	914524,7782	-71,372771	3,82318
204	967224,4274	914592,4676	-71,372587	3,823792
205	967294,5422	914644,326	-71,371956	3,824261
206	967441,3862	914693,5386	-71,370634	3,824706
207	967539,8114	914654,6448	-71,369748	3,824355
208	967549,3364	914672,9011	-71,369662	3,82452
209	967540,6052	914764,9763	-71,369741	3,825353
210	967492,9801	914824,5076	-71,37017	3,825891
211	967408,8424	914853,0827	-71,370928	3,826149
212	967299,3047	914847,5264	-71,371914	3,826099
213	967250,0921	914866,5765	-71,372357	3,826271
214	967246,1233	914935,6329	-71,372393	3,826895
215	967345,3423	914991,9892	-71,3715	3,827405

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
216	967333,436	915059,4581	-71,371607	3,828015
217	967361,2173	915076,9206	-71,371357	3,828173
218	967410,4299	915061,8394	-71,370914	3,828037
219	967395,3486	915099,1457	-71,37105	3,828374
220	967404,8736	915166,6146	-71,370964	3,828984
221	967496,1551	915105,4957	-71,370142	3,828432
222	967515,9989	915133,277	-71,369964	3,828683
223	967458,8488	915157,0895	-71,370478	3,828898
224	967436,6237	915197,5709	-71,370679	3,829264
225	967454,3508	915220,8543	-71,370519	3,829475
226	967541,6635	915260,5418	-71,369733	3,829834
227	967634,2679	915293,6148	-71,368899	3,830134
228	967656,7575	915227,4689	-71,368697	3,829536
229	967722,9034	915341,2399	-71,368102	3,830565
230	967848,5808	915408,7088	-71,36697	3,831175
231	968003,3623	915383,5733	-71,365577	3,830948
232	968073,4771	915423,2609	-71,364946	3,831307
233	968125,0709	915445,7505	-71,364481	3,831511
234	968200,4773	915400,7713	-71,363802	3,831104
235	968242,8107	915436,4901	-71,363421	3,831428
236	968263,9774	915496,0215	-71,363231	3,831966
237	968316,8942	915535,7091	-71,362755	3,832325
238	968314,2484	915595,2404	-71,362779	3,832863
239	968363,1964	915669,3239	-71,362338	3,833533
240	968463,7383	915648,1572	-71,361433	3,833342
241	968478,2904	915703,7198	-71,361302	3,833845
242	968449,1861	915764,5741	-71,361564	3,834395
243	968389,6548	915761,9283	-71,3621	3,834371
244	968392,3006	915809,5534	-71,362076	3,834802
245	968471,6758	915866,4389	-71,361362	3,835316
246	968544,4363	915949,7828	-71,360707	3,83607
247	968667,4678	915976,2412	-71,3596	3,83631
248	968770,6555	915927,2932	-71,35867	3,835868
249	968758,7493	915810,8763	-71,358777	3,834815
250	968853,9995	915829,3971	-71,35792	3,834982
251	968962,4788	915847,918	-71,356943	3,83515

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
252	969053,7603	915861,1472	-71,356121	3,83527
253	969109,3229	915928,6161	-71,355621	3,83588
254	969172,823	915884,9598	-71,35505	3,835486
255	969221,771	915935,2307	-71,354609	3,835941
256	969327,6046	916074,1372	-71,353657	3,837197
257	969401,6881	916176,002	-71,35299	3,838119
258	969385,813	916268,6064	-71,353133	3,838956
259	969463,8653	916508,0548	-71,352431	3,841122
260	969576,3134	916547,7423	-71,351419	3,841481
261	969690,0845	916583,4612	-71,350395	3,841804
262	969787,9805	916631,0862	-71,349513	3,842235
263	969844,866	916627,1175	-71,349001	3,842199
264	969862,064	916668,128	-71,348847	3,84257
265	969840,8973	916742,2115	-71,349037	3,84324
266	969795,918	916841,4304	-71,349443	3,844137
267	969818,4076	916915,5139	-71,34924	3,844807
268	969870,0015	916920,8056	-71,348776	3,844855
269	969925,5641	916874,5034	-71,348275	3,844437
270	969970,5434	916930,066	-71,347871	3,844939
271	970002,2934	917014,7328	-71,347585	3,845705
272	970047,2727	917087,4934	-71,34718	3,846363
273	970090,929	917039,8683	-71,346787	3,845933
274	970114,7416	917080,8788	-71,346573	3,846304
275	970061,8248	917113,9518	-71,347049	3,846602
276	970090,929	917184,0665	-71,346787	3,847237
277	970212,6376	917217,1395	-71,345692	3,847536
278	970368,7421	917177,4519	-71,344286	3,847178
279	970412,3984	917217,1395	-71,343893	3,847537
280	970544,6903	917139,0873	-71,342702	3,846831
281	970583,055	916985,6286	-71,342356	3,845443
282	970741,8053	916994,8891	-71,340927	3,845528
283	970650,5239	917182,7436	-71,341749	3,847226
284	970657,1385	917334,8793	-71,34169	3,848602
285	970684,9198	917394,4107	-71,34144	3,84914
286	970744,4512	917460,5567	-71,340904	3,849739
287	970833,0867	917596,8173	-71,340107	3,850971

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
288	970908,4932	917653,7029	-71,339428	3,851486
289	971002,4204	917673,5467	-71,338582	3,851666
290	971203,5042	917557,1298	-71,336772	3,850613
291	971212,7646	917614,0153	-71,336689	3,851128
292	971117,5144	917635,182	-71,337546	3,851319
293	971084,4414	917688,0988	-71,337844	3,851797
294	971102,6316	917739,5824	-71,33768	3,852263
295	971187,2984	917792,4992	-71,336918	3,852742
296	970949,1729	917977,7079	-71,339063	3,854416
297	970962,4021	918094,1248	-71,338944	3,855469
298	971044,4231	918139,104	-71,338206	3,855876
299	971264,0277	918237	-71,336229	3,856762
300	971338,1112	918276,6876	-71,335562	3,857121
301	971451,8823	918276,6876	-71,334537	3,857121
302	971645,0285	918334,8961	-71,332799	3,857648
303	971758,7995	918287,271	-71,331774	3,857218
304	971835,5289	918332,2502	-71,331084	3,857625
305	971925,4874	918205,25	-71,330273	3,856476
306	971901,6748	918091,4789	-71,330487	3,855448
307	972007,5084	917998,8746	-71,329534	3,85461
308	972113,3419	917713,124	-71,328581	3,852027
309	972123,9253	917562,3112	-71,328485	3,850663
310	972239,4517	917597,7013	-71,327445	3,850983
311	972290,6131	917705,1865	-71,326985	3,851955
312	972430,8425	917609,9363	-71,325722	3,851094
313	972626,6346	917543,7903	-71,323959	3,850497
314	972758,9265	917517,3319	-71,322768	3,850258
315	972806,5516	917625,8113	-71,322339	3,851239
316	972962,6561	917866,5826	-71,320934	3,853417
317	973039,3854	917919,4994	-71,320244	3,853895
318	973171,6774	917766,0408	-71,319052	3,852508
319	973296,0318	917742,2282	-71,317933	3,852293
320	973367,4694	917668,1447	-71,317289	3,851623
321	973433,6154	917694,6031	-71,316694	3,851862
322	973423,032	917734,2907	-71,316789	3,852221
323	973380,6986	917930,0828	-71,317171	3,853992

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
324	973285,4484	918020,0413	-71,318029	3,854805
325	973266,9276	918189,375	-71,318196	3,856336
326	973348,9486	918250,2292	-71,317458	3,856887
327	973573,8448	918096,7706	-71,315432	3,8555
328	973584,4282	918144,3957	-71,315337	3,85593
329	973539,4489	918234,3542	-71,315742	3,856744
330	973618,8241	918390,4587	-71,315028	3,858156
331	973888,6996	918377,2295	-71,312598	3,858037
332	973952,1998	918430,1463	-71,312027	3,858515
333	974020,9916	918430,1463	-71,311407	3,858516
334	974105,6584	918340,1878	-71,310645	3,857702
335	974195,6169	918266,1043	-71,309835	3,857033
336	974251,1795	918231,7084	-71,309334	3,856722
337	974319,9713	918303,146	-71,308715	3,857368
338	974431,0965	918287,271	-71,307715	3,857225
339	974510,4717	918260,8126	-71,307	3,856986
340	974526,3467	918329,6044	-71,306857	3,857608
341	974603,0761	918393,1045	-71,306167	3,858182
342	974719,493	918424,8546	-71,305118	3,858469
343	974769,7639	918501,5839	-71,304666	3,859163
344	974928,5142	918580,9591	-71,303237	3,859882
345	974997,306	918483,063	-71,302617	3,858997
346	975047,5769	918316,3752	-71,302164	3,857489
347	975124,3063	918271,396	-71,301473	3,857083
348	975171,9314	918361,3545	-71,301045	3,857896
349	975343,9109	918324,3127	-71,299496	3,857562
350	975428,5777	918213,1875	-71,298734	3,856557
351	975547,6404	918168,2082	-71,297662	3,856151
352	975608,4947	918252,8751	-71,297114	3,856916
353	975627,0156	918610,0633	-71,296948	3,860147
354	975851,9119	918834,9596	-71,294924	3,862181
355	975822,8077	918946,0848	-71,295186	3,863186
356	975994,7872	919062,5017	-71,293638	3,864239
357	976553,0591	918887,8764	-71,288611	3,862661
358	976637,726	918946,0848	-71,287849	3,863188
359	977082,2269	919316,5022	-71,283848	3,866538

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
360	977256,8522	919401,169	-71,282276	3,867304
361	977381,2066	919144,5227	-71,281156	3,864984
362	977444,7067	919186,8561	-71,280584	3,865367
363	977497,6235	919170,9811	-71,280108	3,865223
364	977868,0409	918834,9596	-71,276772	3,862185
365	977918,3119	918567,7299	-71,276319	3,859769
366	978045,3121	918580,9591	-71,275175	3,859889
367	978352,2294	918662,9801	-71,272412	3,860631
368	978582,4174	918697,376	-71,27034	3,860943
369	978791,4386	918610,0633	-71,268458	3,860153
370	978825,8345	918538,6257	-71,268148	3,859507
371	978823,1887	918377,2295	-71,268171	3,858048
372	978831,1262	918263,4584	-71,2681	3,857019
373	978873,4596	918091,4789	-71,267718	3,855464
374	978860,2304	917967,1245	-71,267837	3,854339
375	978854,9387	917850,7076	-71,267884	3,853287
376	978913,1472	917797,7908	-71,26736	3,852808
377	978950,1889	917728,999	-71,267027	3,852186
378	978809,9595	917527,9153	-71,268289	3,850367
379	978656,5008	917443,2485	-71,26967	3,849601
380	978643,2716	917295,0815	-71,269789	3,848261
381	978762,3344	917099,2894	-71,268717	3,846491
382	978870,8138	916731,5179	-71,267739	3,843165
383	978820,5428	916517,2049	-71,268191	3,841227
384	978778,2094	916416,6631	-71,268572	3,840318
385	978862,8762	916284,3711	-71,26781	3,839122
386	978968,7098	916212,9335	-71,266857	3,838476
387	979045,4391	916059,4749	-71,266166	3,837088
388	979138,0435	915961,5788	-71,265332	3,836203
389	979278,2729	915937,7663	-71,264069	3,835988
390	979365,5856	915945,7038	-71,263283	3,83606
391	979418,5024	915903,3704	-71,262807	3,835677
392	979423,794	915755,2034	-71,262759	3,834338
393	979455,5441	915720,8075	-71,262473	3,834027
394	979698,9613	915736,6825	-71,260281	3,834171
395	980024,3994	915805,4744	-71,257351	3,834793

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
396	980180,5039	915752,5576	-71,255946	3,834315
397	980140,8163	915673,1824	-71,256303	3,833597
398	979868,2949	915667,8907	-71,258757	3,833549
399	979786,2739	915588,5156	-71,259495	3,832831
400	979770,3989	915495,9112	-71,259638	3,831993
401	979765,1072	915450,932	-71,259685	3,831587
402	979635,4611	915517,0779	-71,260853	3,832185
403	979444,9607	915535,5988	-71,262568	3,832352
404	979299,4396	915506,4946	-71,263878	3,832088
405	979185,6686	915630,849	-71,264902	3,833212
406	979101,0017	915786,9535	-71,265665	3,834624
407	978942,2514	915924,5371	-71,267094	3,835868
408	978682,9592	916077,9957	-71,269429	3,837255
409	978590,3549	916162,6626	-71,270263	3,838021
410	978553,3131	916297,6003	-71,270597	3,839241
411	978569,1882	916406,0797	-71,270454	3,840222
412	978600,9382	916533,08	-71,270169	3,84137
413	978712,0634	916641,5594	-71,269168	3,842352
414	978733,2302	916747,3929	-71,268978	3,843309
415	978685,6051	916919,3724	-71,269407	3,844864
416	978598,2924	917022,5601	-71,270193	3,845797
417	978463,3546	917067,5394	-71,271408	3,846203
418	978434,2504	917189,248	-71,271671	3,847304
419	978444,8337	917395,6234	-71,271576	3,84917
420	978513,6255	917512,0403	-71,270957	3,850223
421	978659,1467	917570,2487	-71,269647	3,85075
422	978749,1052	917649,6239	-71,268837	3,851468
423	978770,2719	917713,124	-71,268646	3,852042
424	978738,5218	917837,4784	-71,268932	3,853167
425	978751,751	918043,8538	-71,268814	3,855033
426	978722,6468	918112,6456	-71,269076	3,855655
427	978675,0217	918213,1875	-71,269505	3,856564
428	978704,1259	918416,9171	-71,269243	3,858407
429	978677,6675	918512,1673	-71,269482	3,859268
430	978534,7923	918554,5007	-71,270768	3,85965
431	978238,4583	918475,1255	-71,273436	3,858932

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
432	977870,6868	918406,3337	-71,276747	3,858309
433	977778,0824	918480,4172	-71,277581	3,858979
434	977786,0199	918591,5424	-71,27751	3,859984
435	977796,6033	918721,1885	-71,277415	3,861156
436	977434,1234	919036,0433	-71,280679	3,864003
437	977278,0189	919020,1683	-71,282084	3,863859
438	977254,2064	919131,2935	-71,282299	3,864864
439	977190,7062	919229,1895	-71,282871	3,865749
440	976817,643	918954,0223	-71,286229	3,86326
441	976508,0799	918750,2927	-71,289016	3,861417
442	976206,4543	918789,9803	-71,291732	3,861775
443	976084,7457	918797,9178	-71,292827	3,861846
444	975910,1203	918697,376	-71,294399	3,860937
445	975759,3075	918456,6047	-71,295757	3,858759
446	975624,3698	918083,5414	-71,296971	3,855385
447	975505,307	918049,1455	-71,298043	3,855074
448	975365,0776	918080,8956	-71,299305	3,855361
449	975306,8691	918184,0833	-71,29983	3,856294
450	975256,5982	918181,4374	-71,300282	3,85627
451	975190,4522	918133,8123	-71,300878	3,855839
452	975047,5902	918169,2004	-71,302164	3,856158
453	974918,4733	918298,3173	-71,303327	3,857326
454	974740,6729	918275,0339	-71,304927	3,857115
455	974704,6895	918196,7171	-71,305251	3,856406
456	974598,8559	918120,517	-71,306204	3,855717
457	974361,7888	918105,7003	-71,308338	3,855582
458	974253,8386	918065,4835	-71,30931	3,855218
459	974107,7883	918105,7003	-71,310625	3,855582
460	974056,9882	918194,6004	-71,311083	3,856386
461	973792,4043	918291,9673	-71,313465	3,857265
462	973690,8041	918258,1006	-71,31438	3,856959
463	973716,2042	918116,2836	-71,314151	3,855677
464	973678,1041	918048,5502	-71,314494	3,855064
465	973574,3872	917968,1167	-71,315427	3,854336
466	973462,2037	918033,7335	-71,316437	3,854929
467	973489,7204	917908,8499	-71,316189	3,8538

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
468	973544,7538	917775,4996	-71,315693	3,852594
469	973540,5205	917640,0327	-71,315731	3,851369
470	973481,2537	917574,4159	-71,316265	3,850776
471	973360,6035	917572,2992	-71,317351	3,850756
472	973096,0196	917652,7327	-71,319733	3,851483
473	973070,6196	917745,8662	-71,319962	3,852325
474	973043,1028	917788,1996	-71,32021	3,852708
475	972994,4194	917767,0329	-71,320648	3,852516
476	972871,6525	917394,4988	-71,321753	3,849147
477	972814,5024	917333,1154	-71,322267	3,848592
478	972698,0855	917354,2821	-71,323315	3,848783
479	972518,1685	917411,4322	-71,324935	3,849299
480	972374,2348	917500,3324	-71,326231	3,850103
481	972175,2678	917430,4822	-71,328022	3,849471
482	971976,3007	917462,2323	-71,329814	3,849757
483	971967,834	917559,5992	-71,32989	3,850638
484	972001,7008	917648,4994	-71,329586	3,851442
485	971980,534	917726,8162	-71,329776	3,85215
486	971887,4005	917955,4166	-71,330616	3,854217
487	971754,0503	918014,6834	-71,331816	3,854753
488	971739,2336	918097,2336	-71,33195	3,855499
489	971813,317	918179,7837	-71,331283	3,856246
490	971531,7998	918162,8504	-71,333818	3,856092
491	971078,8322	918037,9668	-71,337896	3,854961
492	971459,833	917610,3993	-71,334464	3,851096
493	971362,4661	917534,1991	-71,33534	3,850406
494	971210,0658	917462,2323	-71,336712	3,849755
495	970996,2821	917568,0659	-71,338637	3,850712
496	970748,6316	917284,432	-71,340866	3,848146
497	970869,2818	916992,3314	-71,339779	3,845505
498	970795,1983	916905,5479	-71,340446	3,84472
499	970500,9811	916905,5479	-71,343095	3,844719
500	970503,0978	917047,3648	-71,343076	3,846002
501	970246,9806	917089,6982	-71,345382	3,846384
502	969995,0967	916812,4143	-71,347649	3,843875
503	969908,3132	916526,6638	-71,34843	3,841291

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
504	969523,0791	916425,0636	-71,351898	3,840371
505	969497,6791	916298,0633	-71,352126	3,839223
506	969506,1458	916185,8798	-71,352049	3,838208
507	969273,312	915779,4789	-71,354145	3,834532
508	969159,0117	915724,4455	-71,355173	3,834034
509	969040,4782	915730,7955	-71,356241	3,834091
510	968900,7779	915722,3288	-71,357498	3,834014
511	968725,0942	915715,9788	-71,35908	3,833956
512	968659,4774	915775,2456	-71,359671	3,834492
513	968638,3107	915828,1624	-71,359862	3,834971
514	968598,0939	915840,8624	-71,360224	3,835085
515	968564,2272	915787,9456	-71,360529	3,834607
516	968587,5106	915732,9122	-71,360319	3,834109
517	968589,6273	915646,1287	-71,360299	3,833324
518	968549,4105	915578,3952	-71,360661	3,832712
519	968424,5269	915510,6617	-71,361785	3,832099
520	968420,2936	915442,9283	-71,361823	3,831486
521	968291,1767	915298,9947	-71,362985	3,830184
522	968178,9931	915263,0112	-71,363995	3,829859
523	968028,7095	915263,0112	-71,365348	3,829858
524	967910,1759	915277,8279	-71,366415	3,829992
525	967719,6755	915148,711	-71,36813	3,828824
526	967586,3253	915034,4108	-71,36933	3,827789
527	967560,9252	914962,444	-71,369559	3,827139
528	967626,542	914901,0605	-71,368968	3,826584
529	967662,5254	914719,0268	-71,368643	3,824938
530	967601,142	914566,6265	-71,369195	3,823559
531	967537,6418	914539,1098	-71,369767	3,82331
532	967452,975	914539,1098	-71,370529	3,82331
533	967395,8249	914496,7764	-71,371044	3,822927
534	967389,4749	914439,6263	-71,371101	3,82241
535	967448,7416	914291,4593	-71,370567	3,82107
536	967438,1583	914166,5757	-71,370662	3,819941
537	967353,4915	914001,4754	-71,371423	3,818448
538	967300,5747	913880,8252	-71,371899	3,817357
539	967124,891	913817,325	-71,373481	3,816782

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
540	966964,024	913957,0253	-71,37493	3,818045
541	966879,3572	914092,4922	-71,375692	3,819269
542	966765,0569	914103,0756	-71,376721	3,819365
543	966621,1233	914024,7588	-71,378017	3,818656
544	966519,5231	913863,8918	-71,378931	3,817201
545	966492,0064	913779,2249	-71,379178	3,816435
546	966392,5229	913633,1747	-71,380074	3,815114
547	966218,9559	913533,6911	-71,381636	3,814214
548	966259,1726	913455,3743	-71,381274	3,813506
549	966214,7225	913419,3909	-71,381674	3,81318
550	966151,2224	913493,4744	-71,382246	3,81385
551	966094,0723	913548,5078	-71,38276	3,814348
552	966081,3722	913485,0077	-71,382874	3,813773
553	966136,4057	913360,1241	-71,382379	3,812644
554	966079,2556	913294,5073	-71,382893	3,81205
555	965958,6053	913311,4407	-71,383979	3,812203
556	965827,3717	913235,2405	-71,38516	3,811514
557	965827,3717	913131,5237	-71,38516	3,810576
558	965892,9885	912928,3232	-71,384569	3,808738
559	965664,3881	912557,9058	-71,386625	3,805388
560	965537,3878	912504,9891	-71,387769	3,804909
561	965404,0376	912629,8726	-71,38897	3,806038
562	964991,2867	912384,3388	-71,392685	3,803816
563	964885,4532	912231,9385	-71,393637	3,802438
564	964762,6863	912217,1218	-71,394742	3,802303
565	964669,5528	912011,8047	-71,39558	3,800446
566	964741,5196	911764,1543	-71,394931	3,798207
567	964644,1527	911524,9704	-71,395807	3,796044
568	964349,9354	911264,6199	-71,398455	3,793688
569	964256,8019	911116,453	-71,399293	3,792348
570	964199,6518	911107,9863	-71,399807	3,792271
571	964244,1019	911040,2528	-71,399407	3,791659
572	964394,3855	911046,6028	-71,398054	3,791717
573	964788,0863	910839,1691	-71,394509	3,789842
574	964855,8198	910483,5684	-71,393898	3,786627
575	965039,9702	910388,3182	-71,39224	3,785766

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
576	965264,3373	910388,3182	-71,39022	3,785767
577	965283,3873	910574,5852	-71,390049	3,787451
578	965344,7708	910572,4685	-71,389496	3,787432
579	965349,0041	910489,9184	-71,389458	3,786686
580	965423,0876	910449,7016	-71,388791	3,786322
581	965476,0044	910506,8517	-71,388315	3,786839
582	965683,4381	910250,7346	-71,386447	3,784524
583	965721,5382	910244,3845	-71,386104	3,784467
584	965706,7215	910316,3514	-71,386237	3,785117
585	965774,455	910500,5017	-71,385628	3,786783
586	965833,7218	910472,985	-71,385094	3,786534
587	965785,0383	910212,6345	-71,385532	3,78418
588	965837,9551	910185,1178	-71,385055	3,783931
589	965973,422	910401,0182	-71,383836	3,785884
590	966049,6222	910352,3348	-71,38315	3,785444
591	965888,7552	910115,2676	-71,384598	3,783299
592	965973,422	909926,8839	-71,383835	3,781596
593	966140,639	909859,1504	-71,382329	3,780984
594	966362,8895	909520,4831	-71,380327	3,777922
595	966282,456	909385,0162	-71,381051	3,776697
596	966028,4555	909372,3161	-71,383338	3,776581
597	965912,0386	909319,3994	-71,384386	3,776102
598	966039,0388	909255,8992	-71,383242	3,775529
599	966051,7389	909063,2822	-71,383127	3,773787
600	966070,7889	909023,0654	-71,382956	3,773423
601	966174,5058	909071,7489	-71,382022	3,773864
602	966356,5395	908877,0151	-71,380383	3,772103
603	966242,2392	908629,3646	-71,381411	3,769863
604	966297,2727	908525,6478	-71,380915	3,768926
605	966462,373	908574,3312	-71,379429	3,769366
606	966515,2898	908504,4811	-71,378952	3,768735
607	966494,1231	908383,8308	-71,379143	3,767644
608	966295,156	908333,0307	-71,380934	3,767184
609	966362,8895	908201,7971	-71,380323	3,765997
610	966208,3725	907422,8622	-71,381712	3,758953
611	966115,239	907353,0121	-71,38255	3,758321

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
612	966005,1721	907431,3289	-71,383541	3,759029
613	965808,3217	907289,512	-71,385313	3,757745
614	965543,7378	907202,7285	-71,387694	3,75696
615	965469,6544	907084,1949	-71,388361	3,755888
616	965495,0544	906942,3779	-71,388132	3,754605
617	965564,9045	906804,7943	-71,387503	3,753361
618	965613,588	906709,5441	-71,387064	3,7525
619	965702,4882	906667,2107	-71,386264	3,752118
620	965840,0718	906540,2105	-71,385025	3,750969
621	965909,9219	906546,5605	-71,384396	3,751027
622	966007,2888	906586,7772	-71,383519	3,751391
623	966049,6222	906474,5937	-71,383138	3,750377
624	965964,9553	906425,9102	-71,3839	3,749936
625	965833,7218	906284,0933	-71,385081	3,748653
626	965791,3883	906049,1428	-71,385461	3,746529
627	965814,6717	905936,9593	-71,385251	3,745514
628	965685,5548	905689,3088	-71,386413	3,743274
629	965787,155	905589,8252	-71,385498	3,742375
630	965967,072	905503,0417	-71,383878	3,741591
631	965992,4721	905596,1752	-71,38365	3,742433
632	966064,4389	905585,5919	-71,383002	3,742337
633	966269,756	905299,8413	-71,381153	3,739754
634	966252,8226	904916,7239	-71,381304	3,736289
635	966182,1787	904836,555	-71,38194	3,735564
636	966076,3452	904719,0797	-71,382892	3,734501
637	965993,795	904669,338	-71,383635	3,734051
638	965925,0032	904686,2713	-71,384254	3,734204
639	965866,7947	904665,1046	-71,384778	3,734013
640	965836,103	904612,1879	-71,385054	3,733534
641	965844,5697	904512,7043	-71,384978	3,732634
642	965858,328	904462,9626	-71,384854	3,732185
643	965835,0447	904319,0289	-71,385063	3,730883
644	965749,3195	904165,5703	-71,385834	3,729495
645	965690,0527	904071,3784	-71,386367	3,728643
646	965719,6861	904027,9867	-71,3861	3,728251
647	965727,0945	903940,1449	-71,386033	3,727456

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
648	965629,7276	903871,353	-71,38691	3,726834
649	965601,1525	903826,903	-71,387167	3,726432
650	965613,8526	903757,0528	-71,387052	3,7258
651	965606,4442	903662,861	-71,387119	3,724948
652	965677,3527	903617,3525	-71,38648	3,724537
653	965687,936	903585,6025	-71,386385	3,72425
654	965552,4691	903443,7855	-71,387604	3,722967
655	965593,7442	903322,0769	-71,387232	3,721867
656	965715,4528	903091,3598	-71,386136	3,719781
657	965774,7195	902929,4345	-71,385602	3,718316
658	965904,8948	902543,1421	-71,384429	3,714823
659	965977,92	902417,2001	-71,383771	3,713685
660	965972,6283	902260,5665	-71,383818	3,712268
661	965882,6698	902135,6829	-71,384627	3,711139
662	965828,6947	902156,8496	-71,385113	3,71133
663	965713,3361	902230,9331	-71,386152	3,712
664	965607,5025	902184,3663	-71,387105	3,711578
665	965559,8775	902139,9163	-71,387533	3,711176
666	965518,6024	901992,8076	-71,387904	3,709845
667	965490,0273	901974,8159	-71,388161	3,709683
668	965388,4271	901983,2826	-71,389076	3,709759
669	965188,4017	901954,7075	-71,390876	3,7095
670	965069,8681	901987,5159	-71,391944	3,709796
671	964978,8513	901963,1742	-71,392763	3,709576
672	964911,1178	901913,4325	-71,393372	3,709126
673	964783,0592	901835,1156	-71,394525	3,708417
674	964720,4851	901835,7771	-71,395088	3,708423
675	964676,4319	901852,8428	-71,395485	3,708577
676	964635,9506	901885,3866	-71,395849	3,708871
677	964628,0131	901913,9616	-71,395921	3,70913
678	964627,6162	901926,2648	-71,395924	3,709241
679	964632,7756	901948,093	-71,395878	3,709438
680	964748,6633	902065,5682	-71,394835	3,710501
681	964789,277	902158,5694	-71,39447	3,711342
682	964733,1852	902206,1945	-71,394975	3,711773
683	964610,4183	902152,2194	-71,39608	3,711284

PUNTO	MAGNA SIRGAS ESTE		GEOGRÁFICAS WGS84	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
684	964543,7431	902134,2277	-71,39668	3,711121
685	964473,893	902081,3109	-71,397309	3,710642
686	964456,9596	901999,8191	-71,397461	3,709905
687	964359,5928	901886,5772	-71,398337	3,708881
688	964257,9926	901813,5521	-71,399251	3,70822
689	964211,4258	901705,6018	-71,39967	3,707244
690	964205,0758	901542,6182	-71,399727	3,70577
691	964145,809	901504,5181	-71,40026	3,705425
692	963982,8253	901619,8767	-71,401728	3,706468
693	963810,3167	901517,2181	-71,40328	3,705539
694	963664,4428	901576,8377	-71,404593	3,706078

Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2018)

Para la delimitación del área de influencia de la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales se tomó como referencia la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia del año 2018, en donde se establece que el área de influencia es *“aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico”*

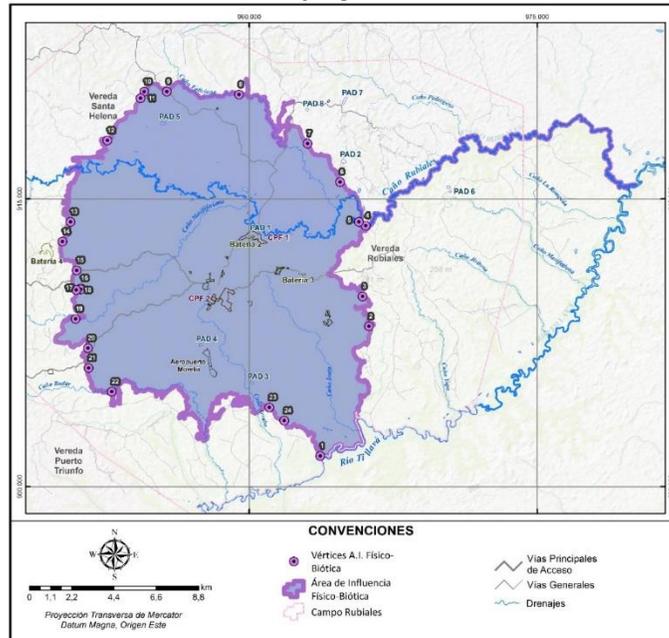
En cuanto a las áreas de influencia, se definieron e identificaron las áreas de influencia a partir del alcance del proyecto, los impactos significativos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico y de acuerdo a los hallazgos de campo.

Basados en lo anterior, se definieron los criterios de las áreas utilizando los resultados de las modelaciones y las unidades mínimas de análisis identificadas a partir de la caracterización física, biótica y socioeconómica, el conocimiento particular de cada uno de los especialistas y lo establecido en la normatividad ambiental vigente

Posteriormente se realizaron los cruces de resultados de los medios abiótico y biótico, obteniendo así el área de influencia físico-biótica, para finalmente respecto al medio socioeconómico considerar los potenciales impactos a causarse o percibirse en las unidades territoriales menores, así como la jurisdicción político – administrativa del municipio que incluía el territorio de influencia de los componentes físico y biótico, estableciendo una única área de influencia y para el aspecto socioeconómico, un área de influencia directa y un área de influencia indirecta. (Ver

Figura 0.12 y Figura 0.13)

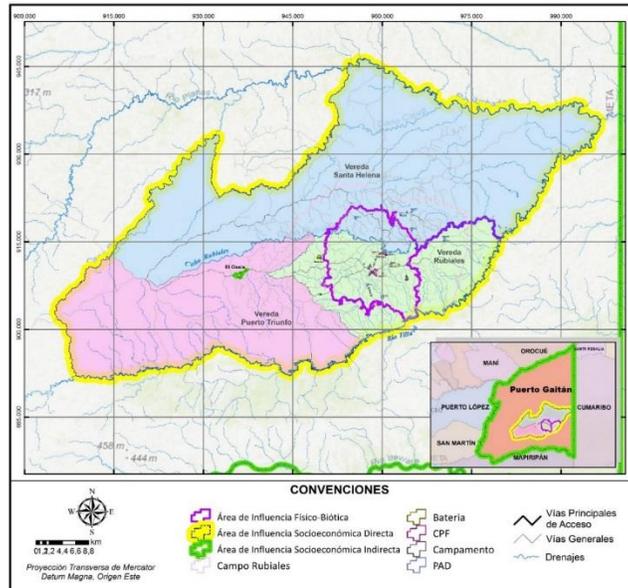
**Figura 0.12 Área de influencia físico-biótica del proyecto**



Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2018)

Se establece que el área de influencia socioeconómica definitiva contempla como unidad territorial mayor que corresponde al municipio de Puerto Gaitán y como unidades territoriales menores las veredas Rubiales, Santa Helena y Puerto Triunfo.

**Figura 0.13 Área de influencia socioeconómica del proyecto**

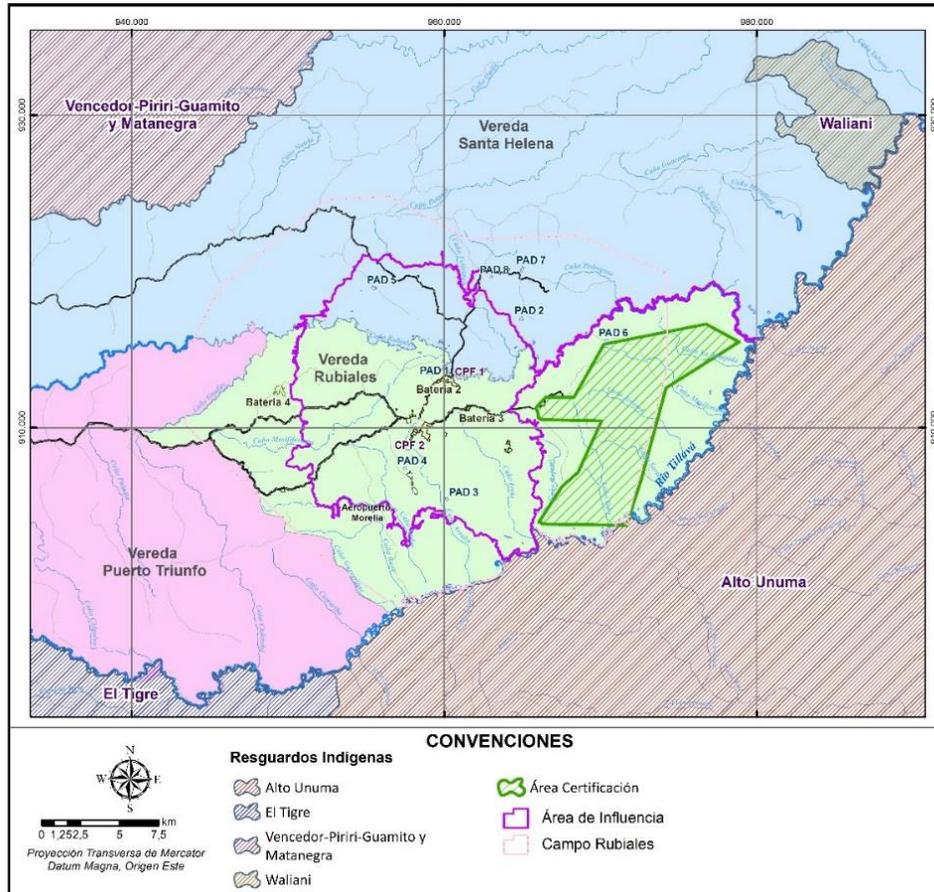


Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2018)

Una vez definida y delimitada el área de influencia físico-biótica del proyecto, se procedió a solicitar al Ministerio del Interior mediante radicado del 17 de julio de 2018 (ver Anexo 1-Oficios y Aspectos Legales) la certificación sobre presencia o no de comunidades étnicas en el área de influencia físico-biótica definida para la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales. Por su parte el Ministerio del Interior, emite la certificación No. 0815 del 13 de agosto de 2018 (ver Anexo 1-Oficios y Aspectos Legales), en el que refiere en sus artículos primero y segundo, que **no** se registra presencia de comunidades indígenas, minorías y ROM, ni de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales o Palanqueras. Las coordenadas de esta área se muestran en el anexo SOCIAL-SOLICITUD MI (Ver anexo 1-Oficios y aspectos legales).

Sin embargo, conviene aclarar que, en las unidades territoriales menores existen comunidades certificadas por parte del Ministerio del Interior como el caso de la vereda Santa Helena en el que se encuentran dos resguardos: el Resguardo Vencedor – Pirirí Guamito y Matanegra y el Resguardo Waliani Guahibo y en la vereda Rubiales la comunidad de Buenos Aires mediante la certificación 0436 del año 2017, esta última, aun cuando el campo viene operando desde el año 2001. (Ver Figura 0.14).

**Figura 0.14 Comunidades registradas por el Ministerio del Interior en las unidades territoriales menores del área de influencia**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

Con el objetivo de atender el requerimiento No. 6 del acta de solicitud de información adicional del 1 de abril de 2019 “Justificar por qué la empresa presenta una certificación del Ministerio del Interior sobre la presencia o no de comunidades para un área de influencia diferente a la establecida en la Resolución 233 de marzo de 2001 y modificada por la Resolución 613 de mayo de 2014”, se indica lo siguiente:

Ecopetrol S.A., en cumplimiento de lo establecido en el Artículo Séptimo de la Licencia global -original- (Resolución No. 233 del 16 de Marzo del 2001), “se deberá solicitar y obtener la Modificación de la Licencia Ambiental, cuando se pretenda usar, aprovechar o afectar un recurso natural renovable diferente de los que aquí se consagran o en condiciones distintas a lo contemplado en el Estudio de Impacto Ambiental y en la presente providencia”, y considerando la necesidad de materializar la estrategia de gerenciamiento del agua para el Campo Rubiales, elaboró el Estudio de Impacto Ambiental que permita a la autoridad ambiental pronunciarse sobre los requerimientos de uso y aprovechamiento de recursos y el desarrollo de las nuevas actividades propuestas en el marco de diversificar las alternativas de gestión de las aguas de producción, así como actividades propias para la continuidad operativa del Campo.

De acuerdo con lo anterior, es necesario indicar que para la definición del área de influencia del Campo se tomaron aspectos relevantes específicos como la dinámica del proceso de modificaciones de Licencia establecidos en el Campo Rubiales desde el año 2001, la ubicación estratégica de las actividades a desarrollar

en predios de propiedad de Ecopetrol S.A. y la definición de la Longitud de Influencia del Vertimiento – LIV obtenida de los estudios de modelación del caño Rubiales, la cual arrojó una máxima de 1204.65 m aguas abajo del último punto del vertimiento (V5). En virtud de esto, la delimitación del área de influencia desarrollada en el Estudio de Impacto Ambiental acogió la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia establecida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA en el mes de julio del 2018, en donde se dispone que el área de influencia es “aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico”, al respecto en este capítulo, se desarrollan los componentes para los medios biótico, abiótico y socioeconómico dando como resultado nuestra área influencia físico-biótica de 22308,75 ha, dentro de la cual se incluyó la unidad hidrológica total del caño Rubiales y no solo los 1204.65m resultantes de la LIV.

Definido lo anterior, y atendiendo lo establecido en el artículo 2.2.2.3.6.2 “de la solicitud de licencia ambiental y sus requisitos. (...)el interesado en obtener licencia ambiental deberá radicar ante la autoridad ambiental competente, el estudio de impacto ambiental de que trata el artículo 21 del presente decreto y anexar la siguiente documentación: 7. Certificado del Ministerio del Interior sobre presencia o no de comunidades étnicas y de existencia de territorios colectivos en el área del proyecto de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones relacionadas con el Protocolo de Coordinación interinstitucional para la Consulta Previa.”, y en atención a lo indicado en la Guía para la certificación sobre la presencia o no de grupos étnicos en el área de influencia de un proyecto, obra o actividad de 27 de marzo de 2015 cuyo objetivo es “Establecer las actividades para emitir certificaciones en la cual se determine si en el área de influencia de un proyecto, obra o actividad hay presencia o no de alguna comunidad étnica según los criterios del Convenio 169 de la OIT, la legislación nacional y la jurisprudencia constitucional sobre comunidades étnicas”, se procedió a solicitar al Ministerio del Interior – Dirección de Consulta Previa, mediante radicado del 17 de julio de 2018, la certificación sobre presencia o no de comunidades étnicas en el área de influencia físico-biótica definida para la modificación de la Licencia ambiental del Campo Rubiales.

Al respecto, y como se expone en este capítulo en el histórico de los procesos de modificación de la Licencia ambiental del Campo Rubiales junto a la solicitud objeto de modificación del área específica del proyecto de igual forma se adjuntó la constancia de certificación del Ministerio de Interior del área del proyecto a modificar, razón por la cual se ratifica que el proceso histórico de modificación del Campo Rubiales que se ha venido desarrollando cumple con lo especificado en la normatividad expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, la ANLA y el Ministerio del Interior.

En respuesta al radicado de julio de 2018, la Dirección de Consulta Previa emitió la certificación No. 0815 del 13 de agosto de 2018 (ver Anexo 1-Oficios y Aspectos Legales), en el que refiere en sus artículos primero y segundo, que NO se registra presencia de comunidades indígenas, minorías y ROM, ni de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales o Palanqueras.

En este sentido, Ecopetrol S.A., realizará las actividades en un área que esta fuera de territorios legalmente constituidos a comunidades indígenas como lo indica la certificación 815 del 13 de agosto de 2018, esto nos permite evidenciar la no vulneración a los derechos fundamentales de los sujetos colectivos que habitan el municipio de Puerto Gaitán del departamento del Meta.

Por lo tanto, puede que para este proceso resulte llamativo lo ordenado en la Sentencia de Tutela de segunda

instancia, fechada el 15 de septiembre de 2016 y proferida por el Honorable Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo Sección Quinta, dentro del radicado N° 50001-23-33-000-2016-00507-01; en la mencionada Acción de Tutela se indicó “debe insistir la Sala en que la verificación de la relación de grupo con su territorio tradicional y ancestral comprende no solo la comprobación de asentamientos físicos, sino además, de existencia de lugares sagrados y de paso, localizados incluso fuera del área titularizada del resguardo”, verificación que se realizó como lo indica la acción judicial por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia y este proceso conllevó a la Certificación<sup>1</sup> expedida por parte del Ministerio del Interior Dirección de Consulta Previa de un área específica que fue debidamente delimitada y demarcada, con lo que se concluyó “presencia y prácticas” de la comunidad del Resguardo Indígena Alto Unuma.

Del proceso que se generó a partir de Acción de Tutela que fue notificada a Ecopetrol S.A. el 1 de julio de 2016, resaltamos:

- Bien a Tutelar: Se tutelen los derechos fundamentales a la vida digna, territorio, jurisdicción especial indígena, libre determinación, autonomía y participación de los pueblos indígenas, a través de la consulta previa; derechos fundamentales a la integridad étnica, cultural y la supervivencia del pueblo sikuani de la comunidad Resguardo indígena Alto Unuma Meta; Derechos fundamentales a la vida digna, seguridad alimentaria y soberanía alimentaria, vivienda en conexión con el derecho al ambiente sano, a favor de los indígenas sikuani de la comunidad del Resguardo indígena Alto Unuma Meta.
- Segunda instancia: Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo Sección Quinta C.P. Alberto Yepes Barreiro, de fecha 15 de septiembre de 2016, Acción de Tutela; ordena REVOCAR la sentencia de 1° de agosto de 2016, proferida por el Tribunal Administrativo del Meta que negó el amparo solicitado, para en su lugar, TUTELAR el derecho fundamental a la Consulta al Resguardo Indígena Alto Unuma Meta..
- Visita de Verificación: Adelantada entre el 11 y el 17 de noviembre de 2016 con la participación del Ministerio del Interior, ICANH, Personería, ANLA, entre otras instituciones.
- Certificación Mininterior: No. 0436 del 23 de mayo de 2017 ratificada mediante la Resolución 019 del 23 de junio de 2017, “por la cual se registra la presencia de la comunidad indígena Buenos Aires, perteneciente al resguardo Indígena Alto Unuma, en el área comprendida por la unión de los 28 puntos identificados en el escrito de la tutela y que hace parte de la providencia calendarada 15 de septiembre de 2016 del Honorable Consejo de Estado, para el proyecto denominado Campo Rubiales”
- Desarrollo ruta metodológica: el proceso se realizó entre agosto del año 2017 a febrero de 2019 con 10 (diez) reuniones que se adelantaron en la Maloca Comunidad indígena Buenos Aires. Campo Rubiales.

Para lo que nos atañe en este proceso de Modificación de la Licencia Ambiental, es pertinente precisar que el proceso consultivo se desarrolló en el marco de los proyectos, obras y actividades autorizadas en la Licencia Ambiental Resolución 233 de 2001 y sus correspondientes modificaciones (construcción de locaciones para perforar pozos, otras facilidades, líneas de flujo, líneas eléctricas y vías), dejando constancia de que las mismas se han venido ejecutando de acuerdo con las necesidades operativas de desarrollo del Campo, quedando pendiente aún por realizar un sinnúmero de las estas actividades, respecto a esto se hizo particular énfasis y

<sup>1</sup> • Certificación MININTERIOR: No. 0436 del 23 de mayo de 2017 ratificada bajo la Resolución 019 del 23 de junio de 2017, “por la cual se registra la presencia de la comunidad indígena Buenos Aires, perteneciente al resguardo Indígena Alto Unuma, en el área comprendida por la unión de los 28 puntos identificados en el escrito de la tutela y que hace parte de la providencia calendarada 15 de septiembre de 2016 del Honorable Consejo de Estado, para el proyecto denominado Campo Rubiales”

sus debidas claridades en el proceso consultivo<sup>2</sup>.

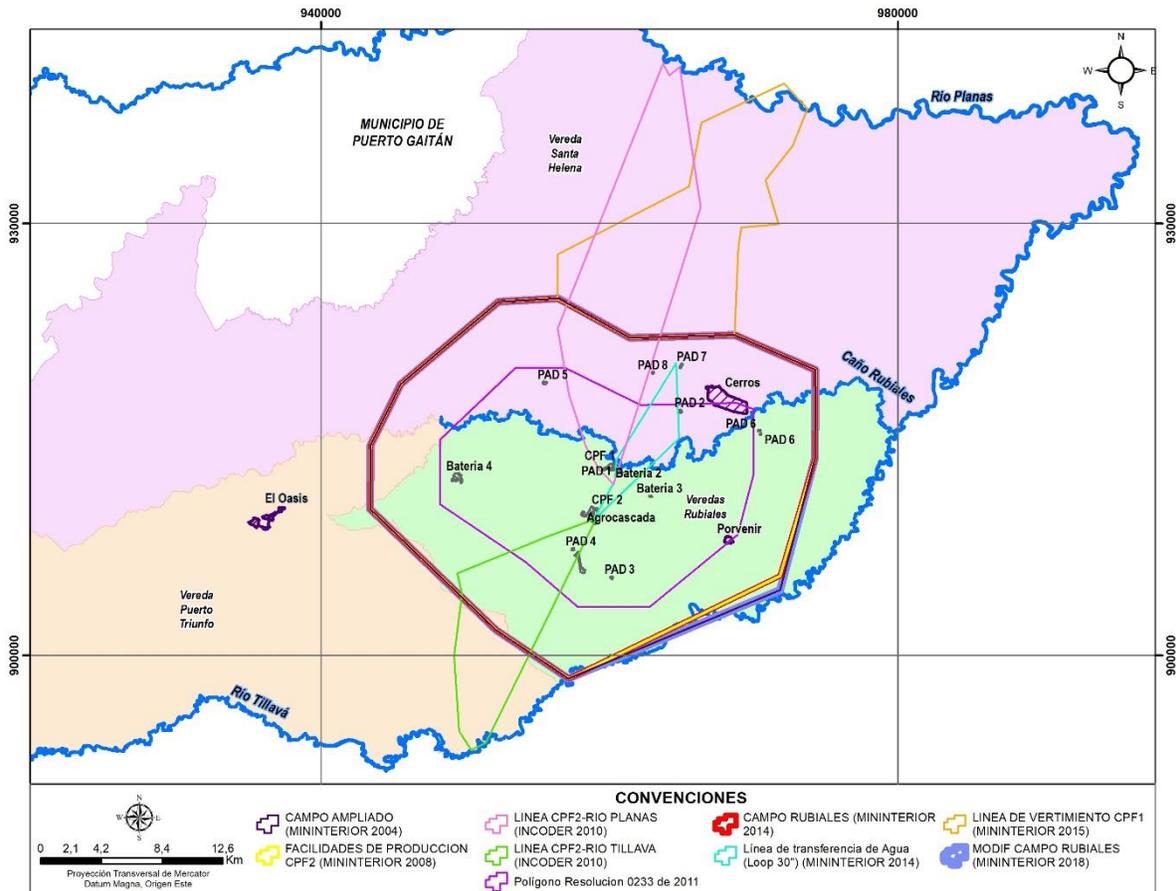
De tal forma que, en la reunión de Formulación de Acuerdos y Protocolización se enfatizó que de esta Consulta está enmarcada al territorio reconocido en el polígono certificado por Mininterior mediante la Certificación No. 0436 del 23 de mayo de 2017 ratificada mediante la Resolución 019 del 23 de junio de 2017, pero que de presentarse alguna obra a futuro dentro del área del polígono certificado por el Ministerio del Interior a favor de la Comunidad Buenos Aires perteneciente al Resguardo Alto Unuma Meta, diferente a lo ya autorizado dentro del contenido de los proyectos, obras y actividades autorizadas en la Licencia Ambiental Resolución 233 de 2001 y sus correspondientes modificaciones del Proyecto en mención, se deberá realizar un proceso consultivo para garantizar los derechos fundamentales de la comunidad indígena<sup>3</sup>.

En suma, es de precisar que las actividades a realizar por las que se solicita la modificación de la Licencia Ambiental se ubican por fuera del polígono certificado por el Ministerio del Interior a favor de la Comunidad Buenos Aires del Resguardo Alto Unuma Meta e igualmente se hallan por fuera del territorio legalmente constituido a favor del Resguardo Alto Unuma Meta. En razón a lo anterior, en el área de influencia identificada para esta nueva actividad a desarrollar, como lo indica la Certificación que otorga la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior, no se tiene presencia de comunidades indígenas, situación por la que al momento de hacer esta solicitud no se cuenta con situación fáctica que modifique lo expuesto por la Autoridad que certifica y nos dé una línea diferente para avanzar en la obtención de la modificación de Licencia solicitada.

**Figura 0.15 Certificaciones de presencia de comunidades étnicas minoritarias relacionadas con Campo Rubiales**

<sup>2</sup> Al particular reunión del Reunión del 26 de noviembre de 2017 página 7.

<sup>3</sup> Al particular reunión 29 de enero al 1 de febrero de 2019 página 16.



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

En la Figura 0.15 se presenta la correlación existente entre las áreas ya certificadas con objeto de modificaciones puntuales de la Licencia Ambiental del Campo.

### 0.3.2 MEDIO FÍSICO

#### 0.3.2.1 Geología

Para la caracterización del componente de geología se realizó la recopilación, análisis y evaluación de la información geocientífica existente, correspondiente a memorias explicativas y documentos técnicos, los cuales se señalan en la Tabla 0.32. (Ver capítulo 1. Generalidades. Metodología-Aspectos Físicos)

Posteriormente, se hizo una revisión minuciosa de lo precedente al proyecto (Ecopetrol S.A, 2016) con base en los Términos de Referencia HI-TER 1-03.

**Tabla 0.32 Resumen de la recopilación de información existente**

DOCUMENTO	FECHA	FUENTE / ENTIDAD	FORMATO
-----------	-------	------------------	---------

Modificación de Licencia Ambiental global para el proyecto de explotación de hidrocarburos en el campo rubiales	2016	MCS-Ecopetrol S.A.	Digital
Estudio de impacto ambiental campo de producción Mago	2012	Consortio Megaoil-Ecopetrol S.A.	Digital
Plancha geológica 5-15	2015	Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Digital
Planchas geológicas a escala 1:100.000 No 272 y 290	2010	Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Digital
Cartografía geológica de la zona centro y sur del departamento del meta planchas 286, 287, 288, 289, 290, 307, 308.	2010	Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Digital
Cartografía Geológica de los Llanos orientales, Norte del meta y Suroccidente de Casanare	2010	Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Digital

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Para la descripción más detallada de la litología, se homologó la nomenclatura del Servicio Geológico Colombiano (SGC) por la utilizada en ECOPETROL S.A, 2018 (Tabla 0.33).

**Tabla 0.33 Homologación de las Unidades Geológicas entre instituciones**

INSTITUCIÓN	NOMENCLATURA	NOMBRE
Ecopetrol S. A	Nsc	Formación Guayabo
Servicio Geológico de Colombia	N2c	Formación Caja

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

De manera conjunta y evaluando la descripción de los datos obtenidos en campo, argumentos sobre la evolución geológica de la cuenca y con base en la descripción registrada en diferentes pozos, se establece que la unidad aflorante en la región centro sur del Departamento del Meta corresponde a niveles del tope de la Formación Guayabo.

El nombre de esta unidad deriva del Cerro Guayabo en el Distrito de Colón (Venezuela). Al introducir esta unidad en Colombia (Notestein, Hubman, & Bowler, 1944) no señalan ninguna localidad o sección tipo.

Posteriormente (Van Der Hammen, 1958) toma como sección tipo para Colombia la que se encuentra expuesta en la Quebrada León, aunque en esta sección faltaría la parte superior de la formación. En la sección de la Quebrada que (Notestein, Hubman, & Bowler, 1944) señalan como la más completa, la sucesión consta de la base hacia la parte superior de: arcillas arenosas y grises con areniscas (186 m), arcillas y arcillas arenosas con algunas areniscas (181 m), areniscas y localmente arcillas moteadas (436 m).

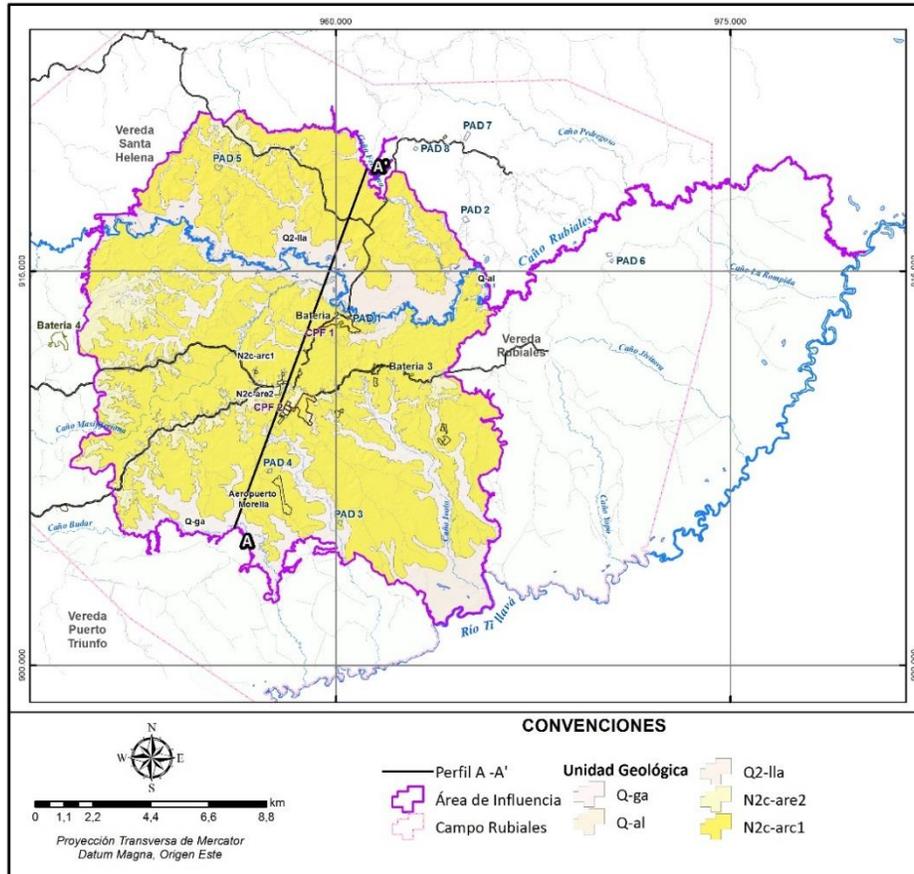
La Formación Guayabo se ha correlacionado con el Grupo Real del Valle Medio del Magdalena. Otras correlaciones se encuentran en (Van Der Hammen, 1958) pero todas ellas deben considerarse con un carácter muy aproximado.

### 0.3.2.1.1 Geología del área de influencia

En la etapa de campo se identificaron y detallaron las características litológicas de las unidades litoestratigráficas (tipo de roca, composición mineralógica, distribución granulométrica, grado de selección, forma, redondez, esfericidad, color, textura, tipo de estratificación, porosidad, permeabilidad, y grado de meteorización), además de la verificación de la disposición estructural de los estratos.

De acuerdo con los resultados de trabajo de campo, se confirma que en el área de influencia afloran dos unidades geológicas: la Formación Guayabo (Ns-c/N2c) y los depósitos aluviales de edad cuaternaria asociados a los procesos de transporte y sedimentación del Caño Rubiales y el Río Tillavá. Ver Figura 0.33

Figura 0.16 Mapa geológico del área de influencia



Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En resumen como se muestra en la Tabla 0.34, se evidencia que la geología del área de influencia mayormente corresponde a la Formación Guayabo, que cubre un 74.40 % de la misma, del cual, su intervalo arcilloso corresponde a la mayor parte con un 66.39% y en menor proporción el intervalo arenoso con un 8.02%, el resto del área corresponde a depósitos aluviales de edad reciente y equivalen al 25.60% del área de influencia.

Tabla 0.34 Resumen de la caracterización geológica del área de influencia

EON	ERA	PERIODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN	Hectáreas en el Área de influencia (Ha)	Porcentaje en el Área de influencia (%)
Fa	Ce	Cu	H0	Q-ga Depósito tipo glácis	2727,14	12,22



EON	ERA	PERIODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN	Hectáreas en el Área de influencia (Ha)	Porcentaje en el Área de influencia (%)
				<p>Son depósitos tipo glacis de acumulación asociados a los lavados por escorrentía de agua superficial de las colinas y planicies que han sido denudadas en el proceso de levantamiento de la altillnura; debido a que la roca aflorante (Formación Guayabo) no está consolidada, los procesos denudativos son más intensos y predominan los lavados de material por flujos de arena. Estos flujos se depositan de manera concordante a la topografía que por lo general es subhorizontal y subparalela a la estratificación de la Formación Guayabo.</p>		
				<p><b>Q-al Depósito aluvial</b></p> <p>Estos depósitos están restringidos a los ríos y caños principales, son sedimentos activos y según lo observado en campo, se restringen entre 5 - 10 metros a los costados de los cauces del Caño Rubiales y Río Tillavá, donde el sedimento se deposita al reducir la velocidad del caudal, no superan los 5 metros de espesor.</p>	458,46	2,06
				<p><b>Q2-IIa Depósito de llanura aluvial</b></p> <p>: Las llanuras aluviales o de inundación, son unidades de desborde que se han formado durante prolongados regímenes pluviométricos, que permiten la saturación de los ríos y la ruptura de sus cauces inundando las zonas laterales más alejadas, presentan topografías casi planas, al mismo nivel de los depósitos actuales de los ríos, con extensiones casi simétricas a lado y lado de los cauces, compuestas en su mayoría por materiales finos de tamaño de partícula limoarcilla; básicamente están ubicados en la zona fisiográfica de sabana relacionados directamente con los ríos principales.</p>	2524,70	11,32
		Neógeno-N	Mioceno-N1	<p><b>N2c-are2 (Intervalo arenoso) - Formación Guayabo</b></p> <p>Comprende de cuarzo arenita de grano medio limosa, subangular y subesférica, con proporción armazón matriz 75/25%, pobremente seleccionada, permeabilidad cualitativa alta, color 5YR6/4; se encuentra ubicada en la zona occidental y norte del área de influencia, por encima de la cota de 194,5 msnm con variación lateral de grano muy fino a fino, angular, moderadamente seleccionado, con permeabilidad cualitativa media a alta y color 5YR 5/6.</p>	1788,40	8,02
				<p><b>N2c-arc1 (Intervalo arcilloso) – Formación Guayabo</b></p>	14810,05	66,39

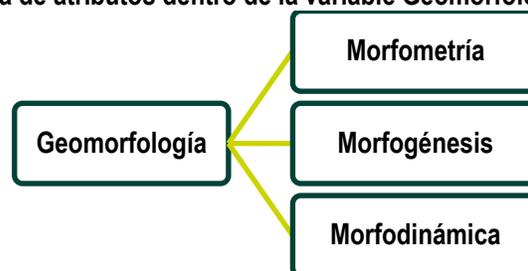
EON	ERA	PERIODO	ÉPOCA	DESCRIPCIÓN	Hectáreas en el Área de influencia (Ha)	Porcentaje en el Área de influencia (%)
				<p>Este nivel presenta esporádicos contactos netos entre capas cuneiformes de arenita de grano fino a grueso, subredondeadas y subesféricas, con 80% de fracción gruesa compuesta en un 95% de cuarzo y 5% de líticos y 20% de matriz limo arcillosa. Esta capa presenta permeabilidad cualitativa alta, color 10YR 7/4 y 5YR6/4; ocasionalmente está compuesta por limolitas arcillosas de color 5R6/2, localizándose en los alrededores del caño Rubiales, por debajo de la cota de 194,5 msnm.</p> <p>Se encuentran arcillolitas arenosas con niveles conglomeráticos de cuarzo lechoso tipo “huevo de paloma”, estos cubren las laderas y planicies por efecto del lavado de la escorrentía superficial.</p>		
<b>TOTAL, GENERAL</b>					<b>22308.75</b>	<b>100.00</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.2.2 Geomorfología

En esta temática se definieron y describieron las unidades geomorfológicas a partir de los atributos de morfometría, morfodinámica y morfogénesis, con el grupo de geólogos y asesores; quienes, a partir de su experiencia y conocimiento, evaluaron estas variables. En la Figura 0.17 se muestra el diagrama de los atributos de la variable geomorfología.

Figura 0.17 Diagrama de atributos dentro de la variable Geomorfología



Fuente: (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2013)

El concepto básico para la clasificación geomorfológica este dado en el concepto de geoforma “Land Forms”, lo que significa: unidad morfológica – territorial y que es equivalente a una unidad geomorfológica, en un sentido amplio. De acuerdo con Savigear 1968 en M.O.P.T, (1990), el “Land Form” es una superficie de la tierra con características morfológicas distintivas, definidas en su desarrollo por un proceso en particular, que deja reflejada una configuración típica de cada ambiente.

Un ambiente morfogenético, agrupa las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se formaron las geoformas. Se determina con base en la expresión e interpretación de los procesos geomorfológicos registrados en el terreno, que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las geoformas. Los ambientes morfogenéticos que se encontraron en el área de influencia son:

- Ambiente denudacional: Determinado por la actividad de procesos de meteorización, y predominantemente de procesos erosivos hídricos y de fenómenos de transposición o de remoción en masa actuantes sobre geoformas preexistentes. Para este tipo de regiones el color adoptado es el marrón (ver anexo Mapa Geomorfológico). (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2012)
- Ambiente fluvial: corresponde a las geoformas generadas por los procesos relacionados con la actividad fluvial. Se propone el color azul para estas regiones (ver anexo Mapa Geomorfológico). (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2012)

Con base al esquema de jerarquización geomorfológica de Carvajal, 2008 (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2012) y ajustándose a las condiciones del terreno, se realizó la clasificación morfogenética para el área de influencia (Ver Tabla 0.35).

Tabla 0.35 Esquema de jerarquización geomorfológica para el área de influencia

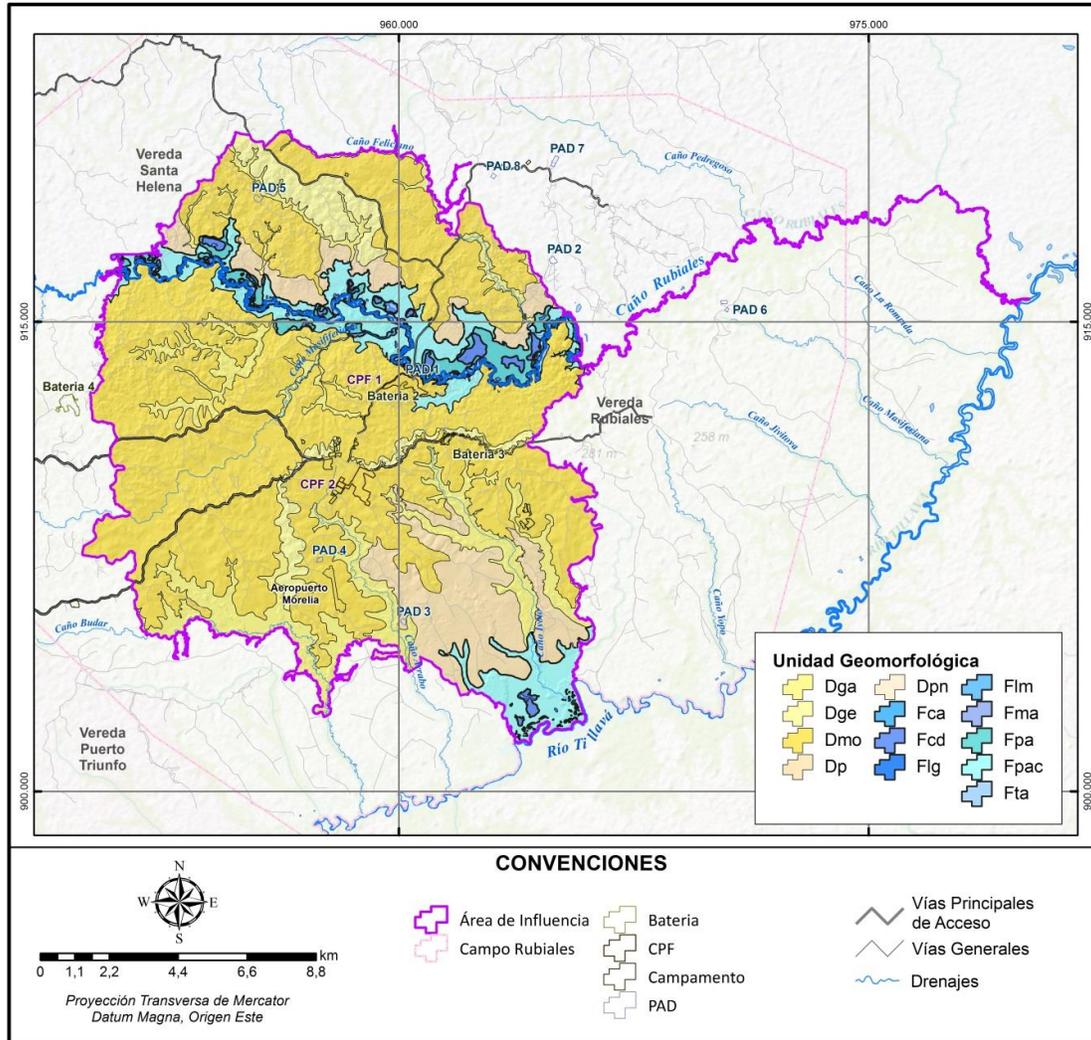
GEOMORFO	PROVINCIA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOMENCLATURA	ATRIBUTOS
ESTRUCTURA			(Edad relativa por morfodinámica o disección)	(Unidad básica de cartografía geomorfológica)		Morfometría (Sec. 3.2.2.1.1)
Megacuencas de sedimentación	Peneplanicies y llanuras de la Orinoquía	Ambiente Denudacional		Montículos y ondulaciones denudacionales	Dmo	Rugosidad alta a muy alta, pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada, relieve relativo moderado a muy alto.
			Penillanura o peneplanicie (Dpn)	Glacis de acumulación	Dga	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada, relieve relativo bajo a muy bajo.
				Glacis de erosión	Dge	Rugosidad alta a muy alta, pendiente moderadamente inclinada, relieve relativo moderado a muy alto.
				Planicie	Dp	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a moderadamente inclinada, relieve relativo bajo a muy bajo.
		Ambiente Fluvial	Planicie aluvial (Fpa)	Cauce aluvial	Fca	N/A
				Terraza de acumulación	Fta	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a nivel, relieve relativo bajo a muy bajo.
				Meandro abandonado	Fma	N/A
				Lago en media luna	FIm	N/A
				Laguna	Flg	N/A
				Cuenca de decantación	Fcd	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a nivel, relieve relativo bajo a muy bajo.
				Plano anegadizo	Fpag	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a nivel, relieve relativo bajo a muy bajo.
				Planicie aluvial confinada	Fpac	Rugosidad baja a muy baja, pendiente ligeramente plana a moderadamente inclinada, relieve relativo bajo a muy bajo.

N/A = No aplica.

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Las unidades geomorfológicas en su connotación genética (morfogénesis) se definieron a través de su morfometría y caracterización genética, identificadas en la fase de pre-campo y corroboradas y/o modificadas en la fase poscampo respectivamente. Como producto se obtuvo el Mapa de Unidades Geomorfológicas (Ver Figura 0.18) y a su respectiva definición.

Figura 0.18 Geomorfología del área de influencia



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Las unidades geomorfológicas interpretadas para el área de influencia se muestran en resumen en la Tabla 0.36. En su mayoría corresponden a unidades de origen denudacional (86.62%), con predominio de los montículos y ondulaciones (58.23%), glacia de acumulación (12.22%) y planicies (11.75%), seguido de las unidades de origen fluvial (13.38%) que corresponden a la planicie aluvial confinada (7.71%) y plano anegadizo (2.07%) respectivamente.

Tabla 0.36 Resumen de la caracterización geomorfológica en el área de influencia

GEOMORFO ESTRUCTURA	PROVINCIA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	NOMENCLATURA	ÁREA SUBUNIDAD		ÁREA UNIDAD	
						Área en el AI Ha	Porcentaje en el AI %	Área en el AI Ha	Porcentaje en el AI %
Megasecuencia de sedimentación	Peneplanicies y llanuras de la Orinoquia	Ambiente Denudacional	Penillanura o peneplanicie (Dpn)	(Unidad básica de cartografía geomorfológica)					
				Montículos y ondulaciones denudacionales	Dmo	12991.08	58.23	19325.12	86.62
				Glacis de acumulación	Dga	2727.07	12.22		
				Glacis de erosión	Dge	986.69	4.42		
		Planicie	Dp	2620.28	11.75				
		Ambiente Fluvial	Planicie aluvial	Cauce aluvial	Fca	111.66	0.5	2983.62	13.38
				Terraza de acumulación	Fta	334.43	1.5		
				Meandro abandonado	Fma	18.8	0.08		
				Lago en media luna	FIm	1.14	0.01		
				Laguna	Flg	3.95	0.02		
				Cuenca de decantación	Fcd	197.51	0.89		
				Plano anegadizo	Fpa	450.27	2.02		
				Planicie aluvial confinada	Fpac	1865.86	8.36		
<b>TOTAL, GENERAL</b>						<b>22308.75</b>	<b>100</b>		

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.2.3 Suelos

El estudio de suelos para el presente proyecto, tomo como base la información secundaria consignada en el Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de Licencia Ambiental Global para el Proyecto de Explotación de Hidrocarburos en el Campo Rubiales (ECOPETROL S. A., 2016) escala 1:25.000, la información oficial de suelos del departamento del Meta, generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (IGAC, 2004) a escala 1:100.000 y la formulación del plan de ordenación forestal para las cuencas Tillavá y Planas del municipio de Puerto Gaitán (García, 2016). Se resalta el hecho que, para la presente definición de unidades, se empleó el shape de suelos generado por el IGAC para el departamento del Meta, siendo ajustado a una escala 1:25.000, el cual incluye un análisis por diferencia del vector altitudinal, sugiriendo una variación climática donde se involucran diferentes provincias de humedad dentro del clima cálido, que son; cálido húmedo, cálido húmedo y subhúmedo, y clima cálido húmedo y muy húmedo. Sin embargo, el análisis climatológico puntualizado al área de influencia del proyecto se encuentra en el aparte de clima, evidenciando una sola provincia para toda el área, que corresponde a cálido húmedo.

Dicha información fue validada y ajustada, para obtener una leyenda de suelo a escala 1:25.000, siguiendo la metodología del (IGAC, 2014), donde se consideran las variables de paisaje, clima, tipo de relieve y forma de terreno, dicha leyenda se estructuró con base al orden jerárquico propuesto por Alfred Zinck, llegando al nivel de formas del terreno.



ConCol  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO  
RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

Tabla 0.37 Leyenda suelos para el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental de la modificación de Licencia Ambiental del Campo Rubiales

PAISAJE	CLIMA	TIPO DE RELIEVE	FORMA DEL TERRENO	LITOLOGIA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	%	TAXONOMIA	SÍMBOLO	SÍMBOLO FASE	Área (Ha)	Área (Ha)	
<u>Altillanura estructural (A)</u>		<u>Superficies onduladas (1)</u>	<u>Superficies plano-onduladas (1)</u>	<u>Conglomerados, arenas medias a finas, arcillas y limos</u>	<u>Asociación</u>	<u>6-3010</u>	<u>Typic Acrudox, Typic Hapludox Typic Kandiuults</u>	<u>A.1.1</u>	<u>A.1.1a</u>	<u>3167,47</u>	<u>14,20%</u>	
									<u>A.1.1b</u>	<u>534,57</u>	<u>2,40%</u>	
<u>Lomerío denudacion al (L)</u>	<u>Clima Húmedo</u>	<u>Superficies disectadas (1)</u>	<u>Lomerío moderadamente disectado (2)</u>	<u>Arcillas y conglomerados</u>	<u>Asociación</u>	<u>6040</u>	<u>Typic Kandiuults, Plinthic Kandiuults</u>	<u>L.1.2</u>	<u>L.1.2a</u>	<u>592,12</u>	<u>2,65%</u>	
									<u>L.1.2b</u>	<u>2108,98</u>	<u>9,45%</u>	
									<u>L.1.2c</u>	<u>2284,99</u>	<u>10,24%</u>	
									<u>L.1.2d</u>	<u>183,22</u>	<u>0,82%</u>	
			<u>Lomerío muy disectado (3)</u>	<u>Arcillas y conglomerados</u>	<u>Asociación</u>	<u>403030</u>	<u>Oxic Dystrudepts, Typic Kandiuults, Typic Udorthents</u>	<u>L.1.3</u>	<u>L.1.3a</u>	<u>92,86</u>	<u>0,42%</u>	
									<u>L.1.3b</u>	<u>357,28</u>	<u>1,60%</u>	
									<u>L.1.3c</u>	<u>521,88</u>	<u>2,34%</u>	
									<u>L.1.3d</u>	<u>123,69</u>	<u>0,55%</u>	
		<u>Lomerío poco disectado (4)</u>	<u>Arcillas y conglomerados</u>	<u>Asociación</u>	<u>6040</u>	<u>Typic Kandiuults, Plinthic Kandiuults</u>	<u>L.1.4</u>	<u>L.1.4a</u>	<u>327,91</u>	<u>1,47%</u>		
								<u>L.1.4b</u>	<u>2375,25</u>	<u>10,65%</u>		
		<u>Vallecitos intercolinares (2)</u>		<u>Vega (1)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>	<u>Asociación</u>	<u>603010</u>	<u>Typic Acrudox, Typic Hapludox Typic Kandiuults</u>	<u>L.2.1</u>	<u>L.2.1a</u>	<u>698,58</u>	<u>3,13%</u>
										<u>L.2.1b</u>	<u>1812,78</u>	<u>8,13%</u>
										<u>L.2.1c</u>	<u>1073,73</u>	<u>4,81%</u>
										<u>L.2.1d</u>	<u>87,65</u>	<u>0,39%</u>
<u>Valle del caño rubiales (Vr)</u>		<u>Vega baja (1)</u>	<u>Meandros abandonados (1)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>	<u>Asociación</u>	<u>4030</u>	<u>Oxyaquic Udifluvents, Fluvaquentic Dystrupects</u>	<u>Vr.1.1</u>	<u>Vr.1.1a</u>	<u>1,70</u>	<u>0,01%</u>	
			<u>Plano de inundación (2)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>				<u>1</u>	<u>Vr.1.1b</u>	<u>11,78</u>	<u>0,05%</u>	
		<u>Vega baja (1)</u>	<u>Meandros abandonados (1)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>	<u>Asociación</u>	<u>4030</u>	<u>Oxyaquic Udifluvents, Fluvaquentic Dystrupects</u>	<u>Vr.1.2</u>	<u>Vr.1.2a</u>	<u>465,46</u>	<u>2,09%</u>	
								<u>2</u>	<u>Vr.1.2b</u>	<u>1802,30</u>	<u>8,08%</u>	
<u>Valle del río Tillavá (Vt)</u>		<u>Vega baja (1)</u>	<u>Meandros abandonados (1)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>	<u>Asociación</u>	<u>403020</u>	<u>Oxyaquic Udifluvents, Fluvaquents Endoaquents, Fluvaquentic Dystrupects</u>	<u>Vt.1.1</u>	<u>Vt.1.1a</u>	<u>1,49</u>	<u>0,01%</u>	
			<u>1</u>	<u>Vt.1.1b</u>				<u>6,59</u>	<u>0,03%</u>			
		<u>Vega baja (1)</u>	<u>Plano de inundación (2)</u>	<u>Depósitos mixtos aluviales</u>	<u>Asociación</u>	<u>403020</u>	<u>Oxyaquic Udifluvents, Fluvaquents Endoaquents, Fluvaquentic Dystrupects</u>	<u>Vt.1.2</u>	<u>Vt.1.2a</u>	<u>275,49</u>	<u>1,23%</u>	
								<u>2</u>	<u>Vt.1.2b</u>	<u>400,89</u>	<u>1,80%</u>	
<u>Red vial</u>									<u>RV</u>	<u>200,74</u>	<u>0,90%</u>	
<u>Territorios artificializados</u>									<u>TA</u>	<u>451,58</u>	<u>2,02%</u>	
<u>Tierras degradadas</u>									<u>TD</u>	<u>148,40</u>	<u>0,67%</u>	
<u>Cuerpos de agua</u>									<u>CA</u>	<u>125,84</u>	<u>0,56%</u>	
<b>Total</b>										<b>22308,75</b>	<b>100%</b>	

### 0.3.2.3.1 Capacidad de uso de las tierras, uso potencial

El componente de capacidad de uso de las tierras se elaboró a partir de la leyenda de suelos, teniendo en cuenta las limitaciones, fases y tipo de suelos presentes en el área de influencia, donde se evidencian cinco (5) clases agrológicas, con sus respectivas subclases las cual dan pie para la definición de tres (3) usos potenciales o capacidad de uso los cuales se describen a continuación:

- Clase IV

Las tierras de la clase IV tiene una extensión de 2.703,16 Ha, equivalentes al 12,12% del área de influencia, conformada por el grupo de manejo 4s-2. La subclase 4s-2 presenta principalmente las limitaciones de fertilidad natural muy baja, altos contenidos de aluminio de cambio, profundidad efectiva superficial y presencia de capas pedregosas; el uso potencial para esta clase y sus respectivas subclases es el desarrollo de sistemas de pastoreo extensivo (PEX)

- Clase V

Las tierras con la clase agrológica V presenta una extensión de 2690, 21 Ha, que equivalen al 12,06% del área de influencia, conformada por el grupo de manejo 5hs-1, este posee como principales limitantes las inundaciones frecuentes, nivel freático superficial y presencia de capas pedregosas en superficie, además de tener bajo contenido de elementos mayores, secundarios y microelementos. El uso potencial propuesto es pastoreo extensivo (PEX).

- Clase VI

Los suelos correspondientes a la clase agrológica VI, se encuentra en un área de 15681,93 Ha, equivalentes al 70,29% del área de influencia. La conforman las subclases 6ps, 6s y 6h, sus principales limitantes, son suelos con saturación de aluminio mayor al 60%, poca profundidad efectiva y fertilidad muy baja, el uso potencial propuesto es el de sistemas silvopastoril (SPA).

- Clase VII

Los suelos de esta clase se encuentran en un área de 306,91 Ha, equivalente al 1,38% del área de influencia. La conforma la subclase 7ps-1, limitada por erosión hídrica laminar moderada, profundidad efectiva superficial y fertilidad baja; el uso potencial propuesto para la subunidad 7ps-1 es el establecimiento de sistemas silvopastoriles (SPA).

### 0.3.2.3.2 Uso actual del suelo

A partir de imágenes satelitales y visitas en campo realizadas por el ingeniero forestal, se elaboró la cartografía de la cobertura vegetal actual, siguiendo la metodología planteada por (IDEAM, 2010), leyenda de cobertura de la tierra: CORINE LAND COVER, siguiendo los alcances técnicos, e interpretando las áreas naturales, seminaturales y transformadas que se localizan dentro del área de influencia para el Estudio de Impacto Ambiental de la modificación de la Licencia Ambiental del Campo Rubiales, con el fin de determinar el uso



ConCol  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PARA LA MODIFICACIÓN DE LA  
LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO  
RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

actual que se le da a suelo; como resultado se encontró que en el área de estudio se presentan 5 usos al suelo los cuales se describen a continuación:

- Conservación

Abarca un área de 20.412,37 Ha, equivalente al 91,50% del área de influencia del campo de producción Rubiales, ubicándose en los tipos de relieves de planos de inundación, vallecitos y algunas superficies disectadas, conformado por las coberturas de herbazales de diferentes tipos, pastos, tierras desnudas y degradadas, tierras erosionadas, bosques de galería, vegetación secundaria, palmares y ríos; presentan este tipo de uso debido a que son territorios que ofrecen bienes y servicios tanto a la comunidad, como al entorno natural, además, en la categoría de protección se encuentran las áreas de nacimientos de agua, con una ronda de protección no inferior a los 100 metros a la redonda, las cuales incluye humedales, pantanos, lagos, lagunas, morichales, ciénagas, caños, arroyos y ríos.

- Forestal

Es el segundo uso más representativo dentro del área de influencia con un 4,66% del área que equivalen a 1.038,47 Ha. Este tipo de uso hace referencia a las tierras que presentan coberturas de plantaciones forestales con especies que corresponden al género de Eucalyptus globulus y Acacia magnium, las cuales se utilizan para cumplir varias funciones, como reforestar, producir madera o prestar servicios ambientales.

- Minería

Este tipo de uso de suelo ocupa un área de 406,56 Ha, representando el 1,82% del área de influencia, el cual comprende los sitios donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras y de producción industrial relacionadas con la extracción de hidrocarburos, además del vertimiento de residuos de diferente origen. Se caracterizan por ser estructuras que usan un área específica del suelo, sin intervenir la totalidad del ecosistema.

- Agrícola

El uso agrícola está representado por la cobertura referenciada como cultivos de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.), planta perteneciente a la familia Aracaceae que puede alcanzar alturas de hasta 12 metros, desarrollándose principalmente en terrenos planos a ligeramente ondulados, y que pare el caso del área de influencia, ocupan un área de 205,59 Ha equivalentes al 0,92%. Se caracterizan por tener ciclos vegetativos superiores a 4 años, requieren de labores agronómicas como preparación de suelos y uso de agro insumos para potencializar sus producciones, así mismo requieren de un orden espacial para aprovechar el recurso suelo en armonía con el medio ambiente, permitiendo mantener coberturas entre los surcos y las plantas, disminuyendo la susceptibilidad a la degradación por erosión.

- Infraestructura

El área que se encuentra bajo usos de infraestructura está asociada a la movilidad tanto de personas, como de bienes y servicios, ocupando un área de 245,76 Ha, que equivalen al 1,10% del área de influencia. Se diferencian en varios tipos como lo son: infraestructuras de red vial y territorios asociados, definida por las vías que permiten el acceso a las diferentes veredas, casas y parqueaderos, además están clasificados como vías

terciarias, al no tener carpeta asfáltica; el aeropuerto con y sin infraestructura asociada, las cuales son áreas destinadas al tránsito aéreo para el desarrollo de actividades complementarias para la operación del Campo Rubiales; y por último el uso residencial del suelo, que comprende las coberturas de tejido urbano continuo y discontinuo, representado por las edificaciones, asociadas a las casas de las fincas o a las casas donde habitan los trabajadores del Campo Rubiales, en donde la superficie del terreno se encuentra artificializada, ocupando un total de 17,59 Ha, que equivale al 0,078% del área de influencia.

#### 0.3.2.3.3 Conflicto de uso del suelo

Busca analizar la correspondencia entre el uso actual y el potencial de los suelos. La evaluación de conflictos por el uso del suelo se realizó a partir del análisis especial de las capas de uso actual y uso potencial utilizando el sistema de información geográfica (SIG), el cual a continuación, se describen los conflictos encontrados en el área de estudio:

- Tierras con conflicto del uso del suelo adecuado (Símbolo A)

Ocupa 65.81% del área es decir que ocupan 14.681.09 Ha del área de influencia definida, identificadas con el símbolo A. Se caracterizan por guardar correspondencia con la vocación de uso principal. El uso actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes con la capacidad productiva natural de las tierras.

- Tierras con conflicto del uso del suelo por subutilización (Símbolo S1, S2 y S3)

La calificación de la categoría como subutilizados tiene que ver con su desaprovechamiento a la aptitud que dicho uso de desaprovechamiento se puede dar en tres niveles, ligero, moderado y severo y para el área de influencia se presenta conflicto por subutilización ligera en el cruce de zonas con uso potencial de pastoreo extensivo con uso actual en producciones Forestales y en zonas con uso potencial silvopastoril con uso actual de producciones forestales, esta nivel de conflicto representa el 29.12 % del área que se traducen en 6.495,52 ha.

- Tierras con conflicto del uso del suelo por sobreutilización (Símbolo O1, O2 y O3)

Categoría dada a las tierras con un uso actual más intenso a comparación de la capacidad de uso asignado, al igual que el conflicto por subutilización se puede dar en tres niveles (ligero moderado y severo) y para el área de caracterización se identificaron dos niveles; el conflicto por sobreutilización ligera el cual asocia las áreas con uso potencial de pastoreo extensivo con usos actuales de cultivos permanentes intensivos y semiintensivos; este nivel de conflicto representa el 0.54 % del área, 121.56 ha. En cuanto al nivel de conflicto por sobreutilización moderada se presenta en el cruce de uso potencial de sistemas silvopastoriles y uso actual de cultivos permanentes intensivos. Este nivel de conflicto representa el 0.38 % del área correspondiente a 84.03 ha.

#### 0.3.2.4 Hidrología

El desarrollo del componente de hidrología se encuentra enfocado en la caracterización del recurso hídrico en el área de influencia, donde se proyecta adelantar las actividades objeto de revisión del presente estudio como son el aumento de caudal de los vertimientos ya aprobados y la inclusión de un nuevo punto de Vertimiento,

ubicados dentro del área del Campo Rubiales en jurisdicción del municipio de Puerto Gaitán (Meta).

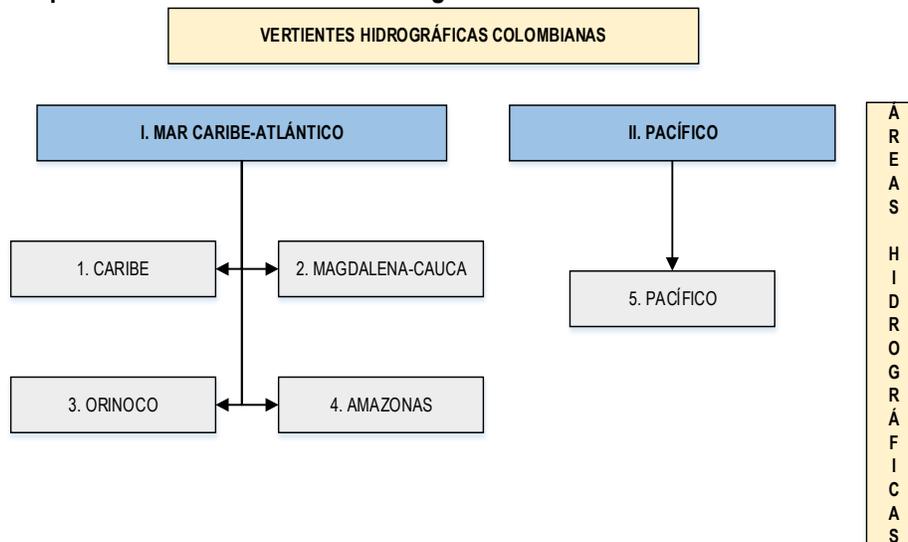
El presente apartado tiene como objetivo caracterizar el componente de hidrología del Área de influencia delimitada para la zona de interés dentro del Campo Rubiales, tratado desde el punto de vista del área de influencia, siguiendo los lineamientos de los términos de referencia HI-TER-1-03.

A partir de los resultados obtenidos, para los cuales se llevaron a cabo modelaciones con el fin de estimar la precipitación en las cuencas involucradas en el estudio y los caudales característicos de los cauces principales de los cauces, se obtuvo la oferta hídrica y las condiciones críticas de disponibilidad del recurso hídrico a nivel temporal. Los resultados obtenidos serán base para el estudio hidráulico y de calidad de agua para los vertimientos en el cauce en estudio.

#### 0.3.2.4.1 Caracterización hidrográfica del área de influencia a nivel nacional y regional

El Campo Rubiales, se ubica geográficamente en la zona de los llanos orientales colombianos, ubicado en el flanco oriental de la cordillera oriental (pie de monte llanero) en la cabecera de la cuenca del Río Vichada. La zona de estudio fue clasificada por el IDEAM como parte de la vertiente del mar Caribe – Atlántico (IDEAM, 2013), la cual a nivel nacional se clasifica como el área hidrográfica número tres (3). Esta a su vez subdividida en zonas hidrográficas de acuerdo con los cauces de mayor recorrido, para el caso del río Vichada le correspondió el número tres (3).

**Figura 0.19 Esquema General Zonificación Hidrográfica de Colombia**



Fuente: (IDEAM, 2004)

El área del campo Rubiales se ubica en el área hidrográfica del Orinoco ésta contiene nueve (9) zonas hidrográficas, presentadas en la Tabla 0.38, acorde con el IDEAM (2013).

**Tabla 0.38 Zonificación Hidrográfica del Orinoco**

ÁREA HIDROGRÁFICA	NOMBRE ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE ZONA HIDROGRÁFICA
3	ORINOCO	31	Inirida
		32	Guaviare
		33	Vichada
		34	Tomo
		35	Meta
		36	Casanare
		37	Arauca
		38	Orinoco Directos
		39	Apure

Fuente: (IDEAM, 2013)

La zonificación y codificación hidrográfica del área de influencia se realizó siguiendo la metodología del IDEAM (2013). La codificación de las cuencas menores donde se ubica el Campo Rubiales se obtiene de la codificación realizada en el POMCA RÍO TILLAVÁ, el cual está publicado y es de libre acceso por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA), en su página Web oficial.

A continuación, en Tabla 0.39, se presenta la codificación publicada para las microcuencas que hacen parte del área de influencia y tienen un código oficial asignado.

**Tabla 0.39 Zonificación Hidrográfica del Área de influencia**

VERTIENTE	ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	NIVEL I UNIDADES HIDROGRAFICAS	NIVEL II UNIDADES HIDROGRAFICAS
I. Mar Caribe Atlántico	Orinoquía (3)	Vichada (33)	Alto Vichada (3301)	Río Tillavá (3301-01)	Caño Rubiales (3301-01-08)
					Caño Bojumi (3301-01-016)
					Caño Ivoto (3301-01-017)
					Caño Arrabo (3301-01-018)
					Caño Budar (3301-01-019)
					Directos al Río Tillavá (3301-01-080)

Fuente: (CORMACARENA, 2013)

El POMCA del Río Tillavá, incluye el caño Masiferiana (3301-01-011), el cual hacen parte del área de influencia, Pero en el nivel de clasificación de unidades hidrográficas Nivel III. Adicional a la clasificación presentada por el POMCA, el presente estudio contempla las cuencas Directos al Caño Rubiales, Caño Feliciano, Caño NN1, Caño NN2, Caño NN3 y Caño NN4 como unidades hidrográficas de nivel III. Los cuales no tienen un código oficial asignado, pero que para efectos del estudio se da continuidad a la codificación asociada de acuerdo a la corriente principal a la cual desembocan. A continuación, en la Tabla 0.40 se presentan las cuencas clasificadas como unidades hidrográficas nivel III, que se encuentran dentro del área de influencia con su respectivo código de clasificación.

**Tabla 0.40 Zonificación Hidrográfica del área de influencia a Nivel III de clasificación**

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	NIVEL I UNIDADES HIDROGRAFICAS	NIVEL II UNIDADES HIDROGRAFICAS	NIVEL III UNIDADES HIDROGRAFICAS
Orinoquía (3)	Vichada (33)	Alto Vichada (3301)	Río Tillavá (3301-01)	Caño Rubiales (3301-01-08)	Directos al Caño Rubiales (3301-01-08-01)
					Caño Feliciano (3301-01-08-02)
					NN1 (3301-01-08-03)
					NN2 (3301-01-08-04)
					NN3 (3301-01-08-05)
					NN4 (3301-01-08-06)
					Masififeriana (3301-01-011)

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018)

#### 0.3.2.4.2 Dinámica Fluvial

Realizado el análisis multitemporal de dinámica fluvial se observa estabilidad del caño Rubiales a lo largo de las tres décadas seleccionadas, lo cual se puede verificar con el índice de sinuosidad calculado para el tramo de estudio, ya que no presenta cambios considerables (ver Tabla 0.41 ). Sin embargo, en todas las escenas revisadas del sensor Landsat se observa una gran cantidad de madrevejas, principalmente en la confluencia de caño Rubiales con el río Tillava, que sugieren una fuerte dinámica fluvial en esa zona específica.

**Tabla 0.41 Índice de Sinuosidad – Dinámica Fluvial**

AÑO	LONGITUD AXIAL (m)	LONGITUD DE DRENAJE (m)	INDICE DE SINUOSIDAD
1990	30135	63035.91	2.092
1996		62951.40	2.089
2008		63009.22	2.091
2018		62361.73	2.069

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018)

#### 0.3.2.4.3 Régimen hidrológico

El estudio de la componente de hidrología se elaboró a partir de registros generados de forma sintética calculados al centroide de la cuenca del caño Rubiales, obtenidos como producto de la interpolación de los registros existentes de precipitación a nivel diario de las estaciones del IDEAM de Carimagua, Puerto Texas y Puerto Gaitán, las cuales se seleccionaron por su representatividad en el área de influencia, determinada con los Polígonos de Thiessen, donde se identificaron como las más representativas y cercanas a la cuenca del Caño Rubiales, además de contar con un registro amplio para caracterizar la precipitación en la cuenca.

- **Régimen de caudales en el área de influencia**

Dentro del proceso de revisión de información existente se verificó si la cuenca del caño Rubiales se encontraba instrumentada por el IDEAM, evidenciando que no existe, ni ha existido ninguna estación limnimétrica ni limnigráfica sobre la corriente objeto de este estudio, por esto fue necesario identificar estaciones hidrométricas cercanas al área de estudio que permitieran conocer el comportamiento de los drenajes en la zona de la Orinoquia, similares al caño Rubiales, para esto se aplicó un radio de búsqueda de 170 kilómetros; distancia en línea recta desde el centroide de la hoya hasta el inicio de la cordillera oriental.

#### **0.3.2.4.4 Principales fuentes de contaminación**

Una vez revisada la información documental y cartográfica disponible para el área de influencia de la presente modificación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del campo Rubiales, se logró establecer que dentro del área de interés no se han evidenciado fuentes de contaminación sobre el recurso hídrico disponible en superficie de tipo residual doméstico, sector servicios, comercial, agrícola y pecuario. De igual forma se evidenció que la principal fuente de contaminación en el área proviene de la actividad industrial del sector de los hidrocarburos, la cual corresponde al efluente residual de la producción de crudo en el campo Rubiales, el cual es operado en la actualidad por ECOPETROL S.A.

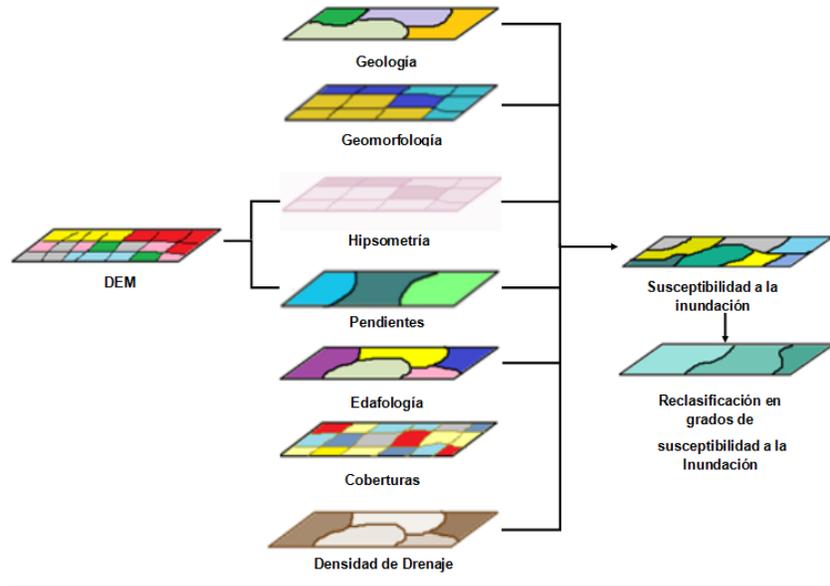
A la fecha de la formulación de la presente modificación a la licencia ambiental del campo Rubiales, se precisa que el campo de producción cuenta con un permiso de vertimiento en cuerpo de agua, en 5 puntos sobre el cauce del caño Rubiales cada uno con capacidad de verter 60.000,00 BWPD para un total en conjunto de 300.000,00 BWPD, según se aprobó en la Resolución 768 del 02 de agosto de 2013 emanada la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

#### **0.3.2.4.5 Susceptibilidad a la inundación**

En atención al requerimiento número diez (10), de la reunión de información adicional llevada a cabo el día 1 de abril del 2019, el cual solicita “Complementar el análisis para delimitar las áreas de susceptibilidad de inundación, de manera que se incluya la totalidad de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio y contemplando dentro de la metodología utilizada criterios geomorfológicos, edafológicos y de cobertura, incluyendo los análisis hidrológicos y presentando los respectivos soportes de información utilizada”, a continuación se presenta el análisis de susceptibilidad a la inundación:

Para la definición de las zonas y grado de susceptibilidad a la inundación, se llevó a cabo un modelamiento cartográfico a partir de las variables espaciales presentadas en la Figura 0.20, partiendo de la guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación elaborada por (IDEAM, 2017), lo cual permitió discriminar las interacciones de las distintas unidades y sus características influyentes en el fenómeno de la inundación en épocas de invierno o de aumento de los cauces cercanos.

**Figura 0.20 Procesos en el modelamiento espacial de la Susceptibilidad a la Inundación**



las susceptibilidades más altas son aquellas asociadas a los planos de inundación de los valles del río Tillavá y del Caño Rubiales, distribuidos en el 11 % del área de influencia y dentro de sus características resalta las pendientes bajas, con relieves planos y cotas de altura mas bajas, con presencia de cuerpos de agua en una alta densidad y vegetacion natural asociada, entre otros.

En segundo lugar, con clasificación alta se presentan principalmente los valles de los cuerpos lóticos “secundarios”, ya que por presentar pendientes planas a moderadamente planas, con formas de terreno concavas que favorecen la acumulación de agua proveniente de la escorrentia, así como el desarrollo de vegetación asociada a procesos de inundación como lo son los bosques de galería o los palmares (morichales). Esta clasificación se distribuye en el 11.30 % con respecto al total del área.

Posterior a esto se presenta la categoría media, la cual con una cobertura del 52.29 % del área es la mas representativa. Estas corresponden a las laderas de los lomeríos con categoría hidrológica B, ubicados principalmente en pendientes entre ligera a fuertemente inclinadas, y vegetaciones asociada, en las que predominan los herbazales densos de tierra firme.

Las zonas con susceptibilidad baja presentan en su mayoría herbazales densos de tierra firme ubicados en pendientes ligera a fuertemente inclinadas en las partes altas de las laderas y las cimas de los lomeríos y las superficies plano-onduladas a las cuales se les asocian suelos de categoría hidrológica B. Su distribución espacial corresponde al 24.17 % del área de influencia. Por último, con un valor del 1.24 %, se presentan las zonas con una susceptibilidad muy baja, que corresponden principalmente a áreas antrópicas (red vial y zonas de explotación de hidrocarburos) en pendientes ligeramente inclinadas, sin cobertura natural y con muy poca densidad de drenaje, edafológicamente son suelos con altas tasas de infiltración.

### 0.3.2.5 Calidad del agua

#### 0.3.2.5.1 Monitoreos de calidad de agua

Con el fin de determinar la calidad de agua de los cuerpos de agua del área de influencia físico-biótica establecida para el proyecto, se elaboró el plan de monitoreo, teniendo en cuenta los términos de referencia HI-TER-1-03 y del Decreto 1076 de 2015, con los cuales se determinaron los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos. Los puntos monitoreados fueron establecidos teniendo en cuenta:

- Fuentes susceptibles de intervención por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico (captaciones y vertimientos)
- Cobertura espacial, cubrimiento del área de influencia físico-biótica en razón a la definición de la red hidrográfica presente.
- Multitemporalidad, seguimiento de la calidad de agua a los puntos que se hayan monitoreado en otros proyectos y que tengan interacción espacial con el área de influencia físico-biótica del proyecto.

Para establecer la red de monitoreo se partió de la información presentada por MCS en el Estudio de Impacto Ambiental realizado en el 2015 para el Campo Rubiales, la ejecución de la campaña del Campo para el seguimiento y control de la red hídrica de 2017 por parte de Ecopetrol. A partir de esta información se consolidó una red de monitoreo para el área de influencia físico-biótica establecida para el proyecto con el fin de dar cumplimiento al alcance de la modificación de la Licencia Ambiental del Campo Rubiales.

Para lo anterior se realizó el monitoreo de calidad de agua a 22 puntos (Tabla 0.42) en el periodo comprendido entre el 24 de marzo y 12 de abril de 2018, por parte del laboratorio, mediante el cual se evaluaron parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos e hidrobiológicos de acuerdo a los términos de referencia HI-TER-1-03 de 2010.

**Tabla 0.42 Puntos monitoreados por la modificación de la licencia global del Campo Rubiales**

CUERPO DE AGUA	No.	ID	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
			ESTE	NORTE
Lóticos Puntos de Captación	1	C1 - Arriba	961298,86	909673,93
	2	C1 - Abajo	961351,30	909635,39
	3	C2 - Arriba	955875,36	911815,59
	4	C2 - Abajo	955893,90	911855,51
	5	C3 - Arriba	957738,10	909707,56
	6	C3 - Abajo	957759,75	909830,42
Lénticos	1	L1	965753,40	915414,65
	2	L2	961879,04	917649,25
	3	L3	959650,54	915536,84
	4	L4	969610,43	916344,06
Lóticos	1	M1	959897,83	909261,24
	2	M3	954001,67	910194,60
	3	M6	963896,01	915446,05
	4	M8	964556,58	916262,87
	5	M9	957805,85	902283,21
	6	M10*	969804,89	916620,45
	7	M11	965576,51	903895,89
	8	M12*	961392,78	913048,04
	9	M13*	960291,47	913543,03
	10	C1 - Abajo	961351,30	909635,39

CUERPO DE AGUA	No.	ID	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
			ESTE	NORTE
	11	C2- Abajo	955893,90	911855,51
	12	C3 - Abajo	957759,75	909830,42

Nota: Puntos asociado al Caño Rubiales el cual es receptor de los vertimientos autorizados por la licencia de Campo Rubilaes. (M10 aguas arriba del vertimiento, M12 punto medio de los vertimientos autorizados y M13 aguas debajo de los puntos de vertimiento.

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

Para los cuatro (4) puntos de muestreo sobre los cuerpos lénticos se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica teniendo en cuenta 59 parámetros; asimismo, los puntos de muestreo fueron georreferenciados con el fin de establecer el seguimiento de los ecosistemas hídricos. Los resultados se presentan en la Tabla 0.43, los cuales están ordenados según el orden alfabético de los parámetros comparando los valores frente a los límites establecidos en el Decreto 1076 de 2015, el cual compila los artículos 38 a 43 del Decreto 1594 de 1984.

Tabla 0.43 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de cuerpos lénticos

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAUNIFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO				DECRETO 1076 DE 2015		
			L1	L2	L3	L4	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.
No. CIMA			31739	32364	32365	32363			
FECHA	A-M-D		2018-03-24	2018-04-05	2018-04-05	2018-04-04			
HORA	h:min		10:45	12:00	10:00	12:45			
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	°C	No aplica	29,7	28,98	27,87	28,3	N.E.	N.E.	N.E.
pH	Unidades	No aplica	7,13	6,10	6,01	6,13	5,0 - 9,0	4,5 - 9,0	N.E.
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	No aplica	19	36	27	32	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	No aplica	9	17	13	16	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	No aplica	0,2	0,2	1	0,4	N.E.	N.E.	N.E.
OXÍGENO DISUELTTO	mg/L	No aplica	1,1	2,6	1,3	1,11	N.E.	N.E.	N.E.
ACIDEZ TOTAL	mg CaCO3/L	5	19	<5	10	6	N.E.	N.E.	N.E.
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/L	5	<5	11	<5	<5	N.E.	N.E.	N.E.
ALUMINIO	mg Al/L	0,3	7,2	<0,3	0,8	<0,3	N.E.	5	5
ARSÉNICO	mg As/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,1	0,2
BARIO	mg Ba/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	1	N.E.	N.E.
BERILIO	mg Be/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	N.E.	0,1	N.E.
BICARBONATOS	mg CaCO3/L	5	<5	11	<5	<5	N.E.	N.E.	N.E.
CADMIO	mg Cd/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,01	0,05
CALCIO	mg Ca/L	0,1	<0,1	<0,1	0,5	0,4	N.E.	N.E.	N.E.
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg C/L	5	18	<5	7	8	N.E.	N.E.	N.E.
CIANURO TOTAL	mg/L CN	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	N.E.	N.E.
CLORUROS	mg Cl-/L	5	<5	<5	<5	<5	250	N.E.	N.E.
COBALTO	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E.	0,05	N.E.
COBRE	mg Cu/L	0,015	<0,015	<0,015	0,051	<0,015	1	0,2	0,5
COLIFORMES FECALES (O TERMOTOLERANTES)	NMP/100mL	<1	20	644	336	122	2000	1000	N.E.
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	<1	1439	12033	3590	6131	20000	5000	N.E.
COLOR REAL (L.O. 436 NM)	m-1	No aplica	3	0,1	1,2	0,9	N.E.	N.E.	N.E.
COLOR REAL (L.O. 525 NM)	m-1	No aplica	1,4	0,1	0,5	0,3	N.E.	N.E.	N.E.
COLOR REAL (L.O. 620 NM)	m-1	No aplica	0,7	0	0,2	0,1	N.E.	N.E.	N.E.
COLOR VERDADERO	UPC	5	137	<5	34	28	75	N.E.	N.E.
CROMO TOTAL	mg Cr/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E.	N.E.	N.E.
DBO5	mg O2/L	2	5	<2	<2	<2	N.E.	N.E.	N.E.
DQO	mg O2/L	10	125	39	31	61	N.E.	N.E.	N.E.
DETERGENTES (SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM))	mg SAAM/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	N.E.	N.E.
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	5	<5	<5	<5	<5	N.E.	N.E.	N.E.
FENOLES TOTALES	mg Fenol/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,002	N.E.	N.E.
FLUORUROS	mg/L F	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N.E.	1	N.E.
FÓSFORO INORGÁNICO	mg/L	0,04	0,05	0,03	0,1	0,05	N.E.	N.E.	N.E.

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAUNTFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO				DECRETO 1076 DE 2015		
			L1	L2	L3	L4	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.
No. CIMA			31739	32364	32365	32363			
FECHA	A-M-D		2018-03-24	2018-04-05	2018-04-05	2018-04-04			
HORA	h:min		10:45	12:00	10:00	12:45			
FÓSFORO ORGÁNICO	mg/L	0,02	0,06	0,02	0,05	0,04	N.E.	N.E.	N.E.
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,05	<0,05	<0,05	0,14	<0,05	N.E.	N.E.	N.E.
GRASAS Y ACEITES	mg/L	0,5	4,8	<0,5	<0,5	<0,5	SPV	N.E.	N.E.
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	N.E.	N.E.	N.E.
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,05	7,24	0,62	1,31	0,51	N.E.	5	N.E.
HUEVOS DE HELMINTO	Huevos/L	0,1	8	20	0	80	N.E.	N.E.	N.E.
LITIO TOTAL	mg Li/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	N.E.	2,5	N.E.
MAGNESIO TOTAL	mg mg/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	N.E.	N.E.	N.E.
MERCURIO TOTAL	mg Hg/L	0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,002	N.E.	0,01
MOLIBDENO TOTAL	mg Mo/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N.E.	0,01	N.E.
NIQUEL TOTAL	mg Ni/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E.	0,2	N.E.
NITRATOS	mg NO3-N/L	0,3	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	10	N.E.	N.E.
NITRITOS	mg NO2-N/L	0,003	0,004	<0,003	0,003	<0,003	1	N.E.	10
NITRÓGENO AMONIACAL	mg NH3-N/L	1	1	<1	<1	<1	N.E.	N.E.	N.E.
ORTOFOSFATOS	mg PO4/L	0,15	0,3	<0,15	<0,15	<0,15	N.E.	N.E.	N.E.
PLATA TOTAL	mg Ag/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	N.E.	N.E.
PLOMO TOTAL	mg Pb/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	5	0,1
POTASIO TOTAL	mg K/L	0,1	1,3	0,3	0,4	0,7	N.E.	N.E.	N.E.
SODIO	mg/L	0,2	1	0,4	0,6	0,5	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	15	404	<15	95	29	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	15	552	23	114	44	N.E.	N.E.	N.E.
SULFATOS	mg SO4 2-L	2	3	<2	<2	<2	400	N.E.	N.E.
TURBIEDAD	NTU	0,3	380	14,5	92,7	14	N.E.	N.E.	N.E.
VANADIO TOTAL	mg V/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	N.E.	0,1	N.E.
ZINC TOTAL	mg Zn/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	15	2	25

NE: No Establecido; valores en color verde indican que se encuentran cumpliendo con los límites permisibles; valores en color rojo están por fuera de estos límites.

Fuente: (CIMA, 2018)

Para los doce (12) puntos de muestreo realizado por CIMA sobre cuerpos lénticos se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica teniendo en cuenta 59 parámetros; mientras que para los realizados por MCS en el año 2015 solo se tuvieron en cuenta 39 parámetros. A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 0.44, los cuales están ordenados según el orden alfabético de los parámetros comparando los valores frente a los límites establecidos en el decreto 1076 de 2015, el cual compila los artículos 38 a 43 del decreto 1594 de 1984.

Tabla 0.44 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de cuerpos lóticos

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CUANTIFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO																		DECRETO 1076 DE 2015				
			M1	M3	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	C1 AGUAS ABAJO CAÑO IVOTO	C2 AGUAS ABAJO CAÑO MASIFERIANA	C3 AGUAS ABAJO CAÑO ARRABO	E20	E21	E22	E1	E9	E26	E11	E7	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.
FECHA	A-M-D		2018-04-11	2018-04-01	2018-04-03	2018-04-10	2018-03-31	2018-04-04	2018-03-27	2018-04-09	2018-04-11	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-13	2015-10-01	2015-10-01	2015-10-01	2015-09-21	2015-09-13	2015-10-01	2015-10-03	2015-10-03			
HORA	h:min		11:30	12:30	16:30	11:00	13:00	10:30	13:00	11:00	15:45	11:15	16:30	11:00	15:45	9:10	7:45	9:15	9:38	12:40	11:00	14:15			
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	°C	No aplica	26,4	25,59	24,37	26,4	25	27,3	24,3	26,52	24,12	26,18	25,67	26,89	25,3	29,7	27,4	26,1	26,2	29,7	27,2	28,9	N.E.	N.E.	N.E.
pH	Unidades	No aplica	4,50	5,43	6,30	4,87	5,50	5,60	6,39	5,10	6,12	4,20	6,12	4,47	5,15	5,30	5,45	7,05	7,02	5,91	5,89	6,07	5,0-9,0	4,5-9,0	N.E.
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	No aplica	12	8	12	37	9	10	24	16	21	17	17	43	5,9	6,48	8,66	2,45	82,1	18,14	8,33	18,98	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	No aplica	7	4	6	18	5	6	12	8	10	9	8	21	3,84	4,21	5,63	1,16	37,7	11,79	5,41	12,34	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	No aplica	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,5	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	N.E.	N.E.	N.E.
OXÍGENO DISUELTOS	mg/L	No aplica	1,34	1,13	2,1	0,8	2,38	1,08	4,02	1,57	2,8	1,1	2,63	0,86	5,57	3,73	5,71	5,92	6,79	6,49	6,61	6,57	N.E.	N.E.	N.E.
ACIDEZ TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	5	12	<5	<5	20	<5	5	5	<5	<5	7	<5	14	3,84	3,64	2,73	5,39	5,49	4,14	2,6	3,1	N.E.	N.E.	N.E.
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	5	<5	<5	<5	12	6	6	16	24	13	<5	<5	<5	2,65	2,45	2,55	<2,00	29,53	3,88	<2	4,39	N.E.	N.E.	N.E.
ALUMINIO	mg Al/L	0,3	1,1	<0,3	<0,3	0,3	0,6	<0,3	0,4	0,7	2,6	0,2	0,6	0,6									N.E.	5	5
ARSÉNICO	mg As/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001									0,05	0,1	0,2
BARIO	mg Ba/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,096	<0,096	<0,096	<0,096	<0,096	<0,096	<0,096	<0,096	1	N.E.	N.E.
BERILIO	mg Be/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002									N.E.	0,1	N.E.
BICARBONATOS	mg CaCO <sub>3</sub> /L	5	<5	<5	<5	12	6	6	16	24	13	<5	<5	<5	2,65	2,45	2,55	<2,00	29,58	3,88	<2	4,39	N.E.	N.E.	N.E.
CADMIO	mg Cd/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	0,01	0,05
CALCIO	mg Ca/L	0,1	0,4	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	N.E.	N.E.	N.E.
CARBONO ORGÁNICO TOTAL	mg C/L	5	<5	<5	<5	13	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	N.E.	N.E.	N.E.

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAANTIFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO																	DECRETO 1076 DE 2015								
			M1	M3	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	C1 AGUAS ABAJO CAÑO IVOTO	C2 AGUAS ABAJO CAÑO MASIFERIANA	C3 AGUAS ABAJO CAÑO ARRABO	E20	E21	E22	E1	E9	E26	E11	E7	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.			
FECHA	A-M-D		2018-04-11	2018-04-01	2018-04-03	2018-04-10	2018-03-31	2018-04-04	2018-03-27	2018-04-09	2018-04-11	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-13	2015-10-01	2015-10-01	2015-10-01	2015-09-21	2015-09-13	2015-10-01	2015-10-03	2015-10-03						
HORA	h:min		11:30	12:30	16:30	11:00	13:00	10:30	13:00	11:00	15:45	11:15	16:30	11:00	15:45	9:10	7:45	9:15	9:38	12:40	11:00	14:15						
CIANURO TOTAL	mg/L CN	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1									0,2	N.E.	N.E.			
CLORUROS	mg Cl-/L	5	<5	<5	<5	14	<5	<5	<5	10	9	<5	<5	<5	<1,3	<1,3	<1,3	2,31	9,73	2,02	<1,3	<1,3	250	N.E.	N.E.			
COBALTO	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05									N.E.	0,05	N.E.			
COBRE	mg Cu/L	0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015									1	0,2	0,5			
COLIFORMES FECALES (O TERMOTOLERANTES)	NMP/100 mL	<1	118	97	63	720	107	246	72	97	1460	41	51	6867	315	240	140	210	430	120	33	70	2000	1000	N.E.			
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	<1	6770	3654	1092	4040	850	3076	1137	2750	20140	750	860	9804	1953,5	1913	1924	1204	1686	1070	750	219,8	20000	5000	N.E.			
COLOR REAL (L.O. 436 NM)	m-1	No aplica	1,5	0,4	0,9	7,3	0,9	1,3	0,8	1,3	1,7	0,3	0,4	1,5												N.E.		
COLOR REAL (L.O. 525 NM)	m-1	No aplica	0,7	0,2	0,3	2,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,8	0,1	0,1	0,6													N.E.	
COLOR REAL (L.O. 620 NM)	m-1	No aplica	0,3	0,1	0,1	0,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0	0	0,2													N.E.	
COLOR VERDADERO	UPC	5	51	12	25	206	25	40	20	46	61																N.E.	
CROMO TOTAL	mg Cr/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05													N.E.	
DBO5	mg O2/L	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	N.E.
DQO	mg O2/L	10	44	11	49	62	28	31	<10	45	58	25	31	45	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	N.E.
DETERGENTES (SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM))	mg SAAML	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05													0,5	N.E.

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAANTIFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO																		DECRETO 1076 DE 2015						
			M1	M3	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	C1 AGUAS ABAJO CAÑO IVOTO	C2 AGUAS ABAJO CAÑO MASIFERIANA	C3 AGUAS ABAJO CAÑO ARRABO	E20	E21	E22	E1	E9	E26	E11	E7	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.		
FECHA	A-M-D		2018-04-11	2018-04-01	2018-04-03	2018-04-10	2018-03-31	2018-04-04	2018-03-27	2018-04-09	2018-04-11	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-13	2015-10-01	2015-10-01	2015-10-01	2015-09-21	2015-09-13	2015-10-01	2015-10-03	2015-10-03					
HORA	h:min		11:30	12:30	16:30	11:00	13:00	10:30	13:00	11:00	15:45	11:15	16:30	11:00	15:45	9:10	7:45	9:15	9:38	12:40	11:00	14:15					
DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	5	<5	<5	<5	<5	9	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<3	<3	<3	<3,00	<3,00	<3	<3	<3	N.E.	N.E.	N.E.		
FENOLES TOTALES	mg Fenol/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	N.E.	N.E.	N.E.	
FLUORUROS	mg/L F	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2										N.E.	1	N.E.	
FÓSFORO INORGÁNICO	mg/L	0,04	0,03	0,04	0,02	0,1	0,06	0,03	0,06	0,04	0,05	0,08	0,06	0,03	< 0,15	< 0,15	< 0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	N.E.	N.E.	N.E.	
FÓSFORO ORGÁNICO	mg/L	0,02	0,04	0,03	0,03	0,12	0,05	0,02	0,02	0,04	0,06	0,07	0,06	0,04	< 0,15	< 0,15	< 0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	N.E.	N.E.	N.E.	
FÓSFORO TOTAL	mg P/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05										N.E.	N.E.	N.E.	
GRASAS Y ACEITES	mg/L	0,5	4,2	<0,50	<0,50	2,8	<0,50	<0,50	4,7	2,8	2,2	16,5	18,3	<0,50	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	N.E.	N.E.	N.E.	
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	0,5	1,9	<0,50	<0,50	0,8	<0,50	<0,50	0,8	0,7	0,5	13,3	14,7	<0,50	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	N.E.	N.E.	N.E.	
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,05	2,02	0,49	1,53	18,37	2,39	2,4	1,48	1,47	4,03	1,65	0,84	4,46	1,01	3,19	2,82	2,04	1,08	0,843	1,05	1,16	N.E.	5	N.E.		
HELMINTOS PARÁSITOS HUMANOS	Huevos/L	0,1	8	6	4	168	0	4	16	8	8	4	0	26	0	0	3**	8	2 (100% Enterobius sp)	0	4**	4**	N.E.	N.E.	N.E.		
LITIO TOTAL	mg Li/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005										N.E.	2,5	N.E.	
MAGNESIO TOTAL	mg mg/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	N.E.	N.E.	N.E.	
MERCURIO TOTAL	mg Hg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005										0,002	N.E.	0,01	
MOLIBDENO TOTAL	mg Mo/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20											N.E.	0,01	N.E.
NÍQUEL TOTAL	mg Ni/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05											N.E.	0,2	N.E.
NITRATOS	mg NO3-N/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,3073	0,2828	0,2828	0,2872	0,5516	0,1658	0,2419	0,2814	10	N.E.	N.E.	N.E.	
NITRITOS	mg NO2-N/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,006	0,004	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,0068	<0,003	0,025	<0,003	1	N.E.	10	N.E.	

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAANTIFICACION DEL LABORATORIO	RESULTADO																		DECRETO 1076 DE 2015					
			M1	M3	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	C1 AGUAS ABAJO CAÑO IVOTO	C2 AGUAS ABAJO CAÑO MASIFERIANA	C3 AGUAS ABAJO CAÑO ARRABO	E20	E21	E22	E1	E9	E26	E11	E7	Artículo 2.2.3.3.9.3.	Artículo 2.2.3.3.9.5.	Artículo 2.2.3.3.9.6.	
FECHA	A-M-D		2018-04-11	2018-04-01	2018-04-03	2018-04-10	2018-03-31	2018-04-04	2018-03-27	2018-04-09	2018-04-11	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-13	2015-10-01	2015-10-01	2015-10-01	2015-09-21	2015-09-13	2015-10-01	2015-10-03	2015-10-03				
HORA	h:min		11:30	12:30	16:30	11:00	13:00	10:30	13:00	11:00	15:45	11:15	16:30	11:00	15:45	9:10	7:45	9:15	9:38	12:40	11:00	14:15				
NITRÓGENO AMONICAL	mg NH <sub>3</sub> -N/L	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	N.E.	N.E.	N.E.
ORTOFOSFATOS	mg PO <sub>4</sub> /L	0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,062	<0,062	<0,062	0,063	<0,062	<0,062	<0,062	0,167	N.E.	N.E.	N.E.	
PLATA TOTAL	mg Ag/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05									0,05	N.E.	N.E.	
PLOMO TOTAL	mg Pb/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	5	0,1	
POTASIO TOTAL	mg K/L	0,1	0,4	0,5	0,8	1,3	1,3	1,2	1,3	0,8	0,8	0,2	0,4	0,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	N.E.	N.E.	N.E.
SODIO	mg/L	0,2	3,5	0,4	0,4	2,2	2	2,6	2,4	12,2	9,8	0,8	0,4	8,9	1,4	<1	<1	<1	1,6	<1	2,1	2,1	2,1	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	15	26	<15	<15	45	58	22	<15	30	74	<15	<15	37	14	11	11	62	57	4	4	18	18	N.E.	N.E.	N.E.
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	15	81	32	22	125	99	63	47	96	153	32	20	88	19	17	17	66	110	17	<13	31	31	N.E.	N.E.	N.E.
SULFATOS	mg SO <sub>4</sub> -L	2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	31	4	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	400	N.E.	N.E.	N.E.
TURBIEDAD	NTU	0,3	80	9,4	6,7	67	39	34,7	7,7	36,7	179	8,6	8,6	48,1	14,2	5,14	6,48	67,9	20,1	6,43	11,9	125	125	N.E.	N.E.	N.E.
VANADIO TOTAL	mg V/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3										N.E.	0,1	N.E.
ZINC TOTAL	mg Zn/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02										15	2	25

NE: No Establecido; valores en color verde indican que se encuentran cumpliendo con los límites permisibles; valores en color rojo están por fuera de estos límites.  
 \* Requiere tratamiento convencional. \*\* Requiere desinfección

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (CIMA, 2018) y (ECOPETROL SA, 2016)

Para la campaña de monitoreo realizada por CIMA 2018 se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica teniendo en cuenta 39 parámetros tanto aguas como aguas abajo de cada punto de captación; asimismo, estos puntos fueron georreferenciados con el fin de establecer el seguimiento de los ecosistemas hídricos. Los resultados presentados en la Tabla 0.45 están ordenados según el orden alfabético de los parámetros, comparando los valores frente a los límites establecidos en la norma correspondiente.

Tabla 0.45 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos aguas arriba y abajo de los puntos de captación

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAUNIFICACIÓN DEL LABORATORIO	CAÑO IVOTO		CAÑO MASIFERIANA		CAÑO ARROBO		DECRETO 1076 DEL 2015		
			Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
No. CIMA			32591	32589	32590	32588	32362	32366			
FECHA	A-M-D		2018-04-08	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-09	2018-04-03	2018-04-13			
HORA	h:min		13:30	11:15	17:45	16:30	9:30	11:00			
TEMPERATURA DE LA MUESTRA	°C	No aplica	25,8	26,18	24,82	25,67	25,69	26,89	N.E	N.E	N.E
pH	Unidades	No aplica	4,7	4,2	6,08	6,12	4,5	4,47	5,0 - 9,0	4,5 - 9,1	N.E
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	No aplica	19	17	17	17	50	43	N.E	N.E	N.E
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/L	No aplica	10	9	9	8	25	21	N.E	N.E	N.E
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L	No aplica		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	N.E	N.E	N.E
OXÍGENO DISUELTTO	mg/L	No aplica	1,9	1,1	2,3	2,63	1,05	0,86	N.E	N.E	N.E
ARSÉNICO	mg As/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,1	0,2
BARIO	mg Ba/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1	N.E	N.E
BERILIO	mg Be/L	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	N.E	0,1	N.E
CADMIO	mg Cd/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,01	0,05
CIANURO TOTAL	mg/L CN	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	N.E	N.E
CLORUROS	mg Cl-/L	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	250	N.E	N.E
COBALTO	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E	0,05	N.E
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	<1	1354	750	990	860	3448	9804	20000	5000	N.E
COLOR REAL (L.O. 436 NM)	m-1	No aplica	0,1	0,3	0,4	0,4	1,6	1,5	N.E	N.E	N.E
COLOR REAL (L.O. 525 NM)	m-1	No aplica	0,0	0,1	0,2	0,1	0,8	0,6	N.E	N.E	N.E
COLOR REAL (L.O. 620 NM)	m-1	No aplica	0	0	0	0	0,4	0,2	N.E	N.E	N.E
CROMO TOTAL	mg Cr/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E	N.E	N.E
DBO5	mg O2/L	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	N.E	N.E	N.E
DQO	mg O2/L	10	53	25	42	31	33	45	N.E	N.E	N.E
DETERGENTES (SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM))	mg SAAM/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	N.E	N.E
FENOLES TOTALES	mg Fenol/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,002	N.E	N.E
FLUORUROS	mg/L F	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N.E	1	N.E
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	0,5	14,9	13,3	4,6	14,7	<0,5	<0,5	N.E	N.E	N.E
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	0,05	0,77	1,65	0,8	0,84	3,42	4,46	N.E	5	N.E
LITIO TOTAL	mg Li/L	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	N.E	2,5	N.E

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE DE CAUNIFICACIÓN DEL LABORATORIO	CAÑO IVOTO		CAÑO MASIFERIANA		CAÑO ARROBO		DECRETO 1076 DEL 2015		
			Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Aguas Abajo	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6
No. CIMA			32591	32589	32590	32588	32362	32366			
FECHA	A-M-D		2018-04-08	2018-04-08	2018-04-09	2018-04-09	2018-04-03	2018-04-13			
HORA	h:min		13:30	11:15	17:45	16:30	9:30	11:00			
MERCURIO TOTAL	mg Hg/L	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0064	<0,0005	0,002	N.E	0,01
MOLIBDENO TOTAL	mg Mo/L	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	N.E	0,01	N.E
NIQUEL TOTAL	mg Ni/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	N.E	N.E	N.E
NITRATOS	mg NO3-N/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	10	N.E	N.E
NITRITOS	mg NO2-N/L	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	<0,003	1	N.E	10
PLATA TOTAL	mg Ag/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	N.E	N.E
PLOMO TOTAL	mg Pb/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	5	0,1
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	15	<15	<15	<15	<15	18	37	N.E	N.E	N.E
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	15	19	32	24	20	68	88	N.E	N.E	N.E
SULFATOS	mg SO4 2-L	2	<2	<2	<2	31	3	4	400	N.E	N.E
TURBIEDAD	NTU	0,3	3,1	8,6	9,4	8,6	41	48,1	N.E	N.E	N.E
VANADIO TOTAL	mg V/L	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	N.E	0,1	N.E
ZINC TOTAL	mg Zn/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	15	2	25

NE: No Establecido; valores en color verde indican que se encuentran cumpliendo con los límites permisibles; valores en color rojo están por fuera de estos límites.

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (CIMA, 2018)

### 0.3.2.5.2 Índices de contaminación ICO's y de calidad de agua (ICA)

Los índices anteriormente citados fueron calculados para cada uno de los veinte (27) puntos de monitoreados, En la Tabla 0.47 se presentan los resultados ICO's e ICA para los diferentes puntos de monitoreo, resaltados con los colores correspondientes de la Tabla 0.46 que presenta los rangos de contaminación de acuerdo al valor asignado. En el Anexo 4 Ambiental-Calidad del Agua. Cálculo\_índices\_calidad\_agua se presentan los cálculos de los índices señalados.

**Tabla 0.46 Rangos de clasificación para índices de contaminación (ICO)**

VALOR ICOS	CONTAMINACIÓN	COLOR
0 – 0,2	Ninguna	
>0,2 – 0,4	Baja	
>0,4 – 0,6	Media	
>0,6 – 0,8	Alta	
>0,8 – 1,0	Muy alta	

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

**Tabla 0.47 Resultados ICO's e ICA en los puntos de monitoreo**

PUNTO DE MONITOREO		ICOMO	ICOMI	ICOTRO	ICOSUS	ICOpH	ICA
CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS	L1	0,38	0,009	Eutrófico	1,000	0,001529	0,61
	L2	0,55	0,022	Eutrófico	0,025	0,000044	0,76
	L3	0,51	0,015	Eutrófico	0,265	0,000032	0,67
	L4	0,57	0,019	Eutrófico	0,067	0,000049	0,71
PUNTOS DE CAPTACIÓN	C1 AGUAS ARRIBA	0,41	0,009	Eutrófico	0,025	0,000000	0,68
	C1 AGUAS ABAJO	0,40	0,008	Eutrófico	0,025	0,000000	0,65
	C2 AGUAS ARRIBA	0,37	0,008	Eutrófico	0,025	0,000041	0,75
	C2 AGUAS ABAJO	0,35	0,008	Eutrófico	0,025	0,000047	0,76
	C3 AGUAS ARRIBA	0,52	0,035	Eutrófico	0,034	0,000000	0,64
C3 AGUAS ABAJO	0,62	0,028	Eutrófico	0,091	0,000000	0,62	
CUERPOS DE AGUA LÓTICOS	M1	0,57	0,005	Eutrófico	0,058	0,000000	0,66
	M3	0,52	0,003	Eutrófico	0,025	0,000004	0,69
	M6	0,39	0,005	Eutrófico	0,025	0,000087	0,76
	M8	0,55	0,023	Eutrófico	0,115	0,000001	0,63
	M9	0,36	0,003	Eutrófico	0,154	0,000006	0,70
	M10	0,51	0,004	Eutrófico	0,046	0,000008	0,69
	M11	0,31	0,013	Eutrófico	0,025	0,000119	0,81
	M12	0,48	0,008	Eutrófico	0,070	0,000001	0,68
	M13	0,61	0,011	Eutrófico	0,202	0,000047	0,73
	E20	0,57	0,335	Eutrófico	0,022	0,000002	0,79
	E21	0,63	0,336	Eutrófico	0,013	0,000003	0,76
	E22	0,55	0,337	Eutrófico	0,013	0,000005	0,81
	E1	0,51	0,667	Eutrófico	0,166	0,001161	0,90
	E9	0,50	0,401	Eutrófico	0,151	0,001047	0,88
E26	0,46	0,342	Eutrófico	0,000	0,000023	0,86	
E11	0,44	0,670	Eutrófico	0,000	0,000021	0,86	
E7	0,38	0,343	Eutrófico	0,034	0,000040	0,87	

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (CIMA, 2018) y (ECOPETROL SA, 2016)

- Índice de Contaminación Por Mineralización (ICOMI)

Como se observa en la Tabla 0.47 y debido a los resultados de conductividad, alcalinidad y dureza reportados por el laboratorio cuyos valores fueron bajos, se puede determinar que todos los puntos realizados por CIMA en la campaña 2018 no evidencia contaminación alguna por ICOMI, ya que para todos los puntos el rango se encuentra entre 0 y 0.2; sin embargo para la campaña realizada en el 2015 por MCS evidencian niveles bajos de contaminación para E20, E21, E22, E26 y E7, niveles medios para E9 y alta para E1 y E11.

- Índice de Contaminación Por Materia Orgánica (ICOMO)

Se evidencian niveles bajos de contaminación para M11, M9, M6, C2 (aguas abajo), C2 (aguas arriba), C1 (aguas abajo), E7 y L1, niveles medios para M12, M10, M8, M3, M1, E26, E22, E20, E11, E9, E1, C1 (aguas arriba), C3 (aguas arriba), L2, L3 y L4 y alta para M13, C3 (aguas abajo) y E21. Estos índices son coherentes con los resultados de DBO, OD y coliformes, principalmente como consecuencia de los valores bajos de OD y altos en coliformes totales.

- Índice de Contaminación Por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)

Los resultados de ICOSUS para los cuerpos de agua monitoreados fueron:

- Ninguna: Para los cuerpos de agua L2, L4, C1 (aguas arriba y aguas abajo), C2 (aguas arriba y aguas abajo), C3 (aguas arriba y aguas abajo), M1, M3, M6, M8, M9, M10, M11, M12, E20, E21, E22, E1, E9, E26, E11 Y E7.
- Bajo: en los cuerpos de agua L3 Y M13
- Medio: no se presentó
- Alto: no se presentó
- Muy alto: en el cuerpo de agua M11

- Índice de Contaminación Por Trofia (ICOTRO)

El índice ICOTRO da como resultados que los cuerpos de agua tienden a la eutrofia, causado principalmente por la concentración de fosforo visto desde un escenario crítico, puesto que los valores de fosforo total estuvieron por debajo de 0.05 mg/L con excepción del M13, L2, E20, M8, C3 (aguas arriba), E22, E9, C2 (aguas arriba), L1 y M11 los cuales si reportaron valores por encima del nivel de detección.

- Índice de Contaminación Por pH (ICOpH)

De acuerdo con los valores medidos de pH en los cuerpos de agua analizados, el índice de contaminación por pH se clasificó como Ninguna ya que los valores para ICOpH están en el rango 0 – 0,2

- Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)

De acuerdo con los análisis realizados a las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos identificados en el sitio de monitoreo de los sistemas hídricos en estudio, y luego de aplicar la ecuación para el cálculo del ICA, se puede concluir que los cuerpos de agua L2, L4, C2 (aguas arriba) y aguas



abajo), M3, M6, M9, M10, M11, M13, E20, E21, E22, E1, E9, E26, E11 y E7 presentan un niveles de calidad Aceptable, mientras que los cuerpos de agua L1, L3, C1 (aguas arribas y aguas abajo), C3 (aguas arribas y aguas abajo), M1, M8 y M12 están en un nivel de calidad regular.

### 0.3.2.5.3 Caracterización multitemporal de los cuerpos de agua susceptibles de intervención

Para la caracterización multitemporal de los cuerpos de agua susceptibles de intervención se utilizó los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos desarrollados por la operación de ECOPEPETROL S.A. por medio del laboratorio Instituto de Higiene Ambiental S.A.S en los puntos de captación. Dicho estudio se ejecutó en marzo de 2017 y diciembre del mismo año y se presenta en el anexo 4.1.1.2 Calidad\_agua\_Captacion\_2017.

Con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia HI-TER-1-03 y del Decreto 1076 de 2015, en donde estipula que se debe realizar un análisis multitemporal de los cuerpos de agua susceptibles de intervención se tomaron los resultados anteriormente mencionados y los realizados por CIMA en marzo de 2018.

- Índices de contaminación ICO's y de calidad de agua (ICA)

Los índices de contaminación (ICO's) y de calidad de agua (ICA) tienen como propósito simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de un cuerpo hídrico (Ramírez, Restrepo, & Viña, 1997).

Los índices de contaminación que se presentan a continuación corresponden a los establecidos por IDEAM (2007), éstos son:

- i) Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO)
- ii) Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)
- iii) índice de Contaminación por pH (ICOpH).
- iv) Para el índice de Calidad de Agua (ICA) se hace referencia al establecido por el IDEAM del formato común de la hoja metodológica.

Los índices anteriormente citados fueron calculados para los Caños Masisiferiano, Ivoto y Arrabo, tanto aguas arriba como aguas abajo para cada uno de los meses del estudio multitemporal (marzo a diciembre de 2017) donde se evidencia la época seca y húmeda de la región. En la Tabla 0.49 se presentan los resultados ICO's e ICA para los diferentes puntos de monitoreo, resaltados con los colores correspondientes de la Tabla 0.48 que presenta los rangos de contaminación de acuerdo al valor asignado. En el Anexo 4.1.1.1. Calculo índices calidad agua se presentan los cálculos de los índices señalados.

**Tabla 0.48 Rangos de clasificación para índices de contaminación (ICO)**

Valor ICOS	Contaminación	Color
0 – 0,2	Ninguna	Azul
>0,2 – 0,4	Baja	Verde
>0,4 – 0,6	Media	Amarillo
>0,6 – 0,8	Alta	Naranja
>0,8 – 1,0	Muy alta	Rojo

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

Tabla 0.49 Resultados ICO's e ICA en los puntos de monitoreo

MULTITEMPORAL PUNTOS DE CAPCIÓN				ICOMO	ICOSUS	ICO <sub>pH</sub>	ICA
CAÑO MASIFERIANO	PERIODO HÚMEDO	ABR 2017	Ag-Arriba	0,40	0,040	0,000010	0,38
			Ag- Abajo	0,33	0,040	0,000008	0,40
		MAY 2017	Ag-Arriba	0,17	0,040	0,001638	0,69
			Ag- Abajo	0,30	0,040	0,000001	0,58
		JUN 2017	Ag-Arriba	0,41	0,040	0,000064	0,63
			Ag- Abajo	0,31	0,040	0,000303	0,66
		JUL 2017	Ag-Arriba	0,31			
			Ag- Abajo	0,24			
		AGO 2017	Ag-Arriba	0,31	0,013	0,000163	0,51
	Ag- Abajo		0,49	0,000	0,000074	0,59	
	SEP 2017	Ag-Arriba	0,32	0,000	0,000795	0,66	
		Ag- Abajo	0,10	0,000	0,001083	0,68	
	OCT 2017	Ag-Arriba	0,40	0,024	0,000944	0,61	
		Ag- Abajo	0,66	0,019	0,002393	0,60	
	PERIODO SECO	MAR 2017	Ag-Arriba	0,24	0,040	0,000128	0,64
			Ag- Abajo	0,27	0,093	0,001287	0,67
		NOV 2017	Ag-Arriba	0,51	0,039	0,000399	0,61
			Ag- Abajo	0,39	0,016	0,007432	0,69
DIC 2017		Ag-Arriba	0,40	0,010	0,006051	0,69	
	Ag- Abajo	0,44	0,000	0,082376	0,61		
CAÑO IVOTO	PERIODO HÚMEDO	ABR 2017	Ag- Abajo	0,61	0,405	0,000000	0,33
			Ag-Arriba	0,15	0,040	0,000111	0,58
		MAY 2017	Ag- Abajo	0,25	0,040	0,000082	0,58
			Ag-Arriba	0,31	0,040	0,000082	0,64
		JUN 2017	Ag- Abajo	0,22	0,040	0,000011	0,61
			Ag-Arriba	0,30	0,000		
		JUL 2017	Ag- Abajo	0,43	0,000		
			Ag-Arriba	0,46	0,000	0,000544	0,63
		AGO 2017	Ag- Abajo	0,47	0,000	0,000033	0,46
	Ag-Arriba		0,17	0,000	0,000012	0,62	
	SEP 2017	Ag- Abajo	0,50	0,000	0,000023	0,62	
		Ag-Arriba	0,31	0,000	0,011589	0,70	
	OCT 2017	Ag- Abajo	0,40	0,000	0,079805	0,62	
		Ag-Arriba	0,38	0,000	0,000012	0,53	
	PERIODO SECO	NOV 2017	Ag- Abajo	0,48	0,000	0,000004	0,60
			Ag-Arriba	0,33	0,000	0,003375	0,62
		DIC 2017	Ag- Abajo	0,34	0,031	0,000624	0,60
			Ag-Arriba	0,29	0,337	0,000372	0,40
CAÑO ARRABO		PERIODO HÚMEDO	ABR 2017	Ag- Abajo	0,35	0,137	0,000399
	Ag-Arriba			0,45	0,067	0,000001	0,57
	MAY 2017		Ag- Abajo	0,54	0,296	0,000002	0,46
			Ag-Arriba	0,32	0,068	0,000036	0,60
	JUN 2017		Ag- Abajo	0,35	0,084	0,000017	0,60
			Ag-Arriba	0,44	0,051		
	JUL 2017		Ag- Abajo	0,42	0,000		
			Ag-Arriba	0,41	0,099	0,000040	0,56
	AGO 2017		Ag- Abajo	0,40	0,205	0,000037	0,50
		Ag-Arriba	0,21	0,122	0,000038	0,60	
	SEP 2017	Ag- Abajo	0,30	0,000	0,000024	0,62	

MULTITEMPORAL PUNTOS DE CAPCIÓN			ICOMO	ICOSUS	ICOpH	ICA
PERIODO SECO	OCT 2017	Ag-Arriba	0,47	0,042	0,015743	0,53
		Ag- Abajo	0,46	0,000	0,006940	0,55
	MAR 2017	Ag-Arriba	0,51	0,040	0,000087	0,50
		Ag- Abajo	0,49	0,000	0,003872	0,63
	NOV 2017	Ag- Abajo	0,52	0,018	0,001477	0,68
		Ag-Arriba	0,34	0,086	0,002014	0,56
	DIC 2017	Ag- Abajo	0,34	0,553	0,004598	0,43

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (ECOPETROL S.A, 2017)

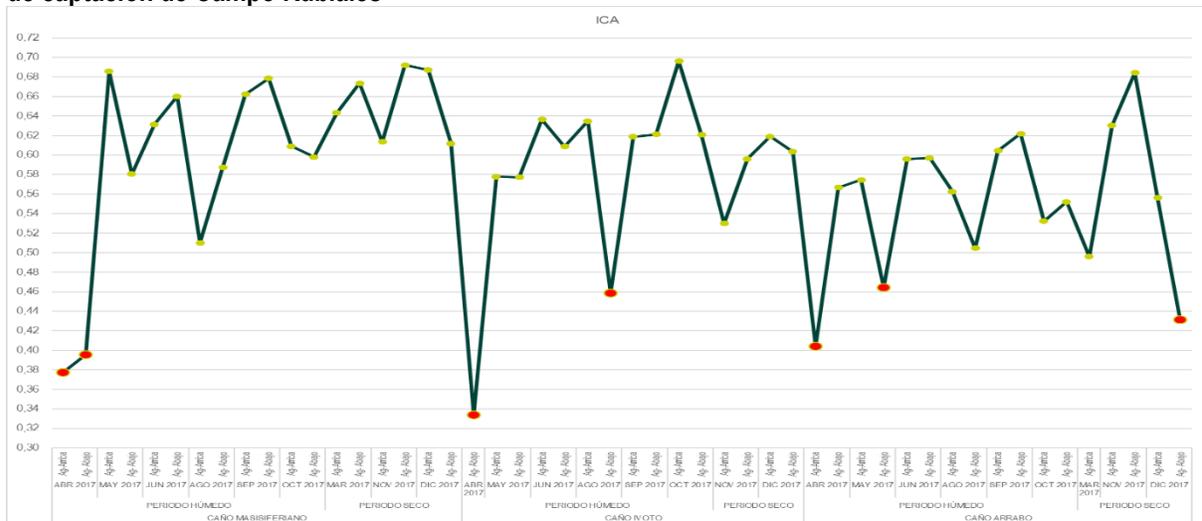
- Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)

De acuerdo con los análisis realizados a las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos identificados en los Caños Masisiferiano, Ivoto y Arrabo, y luego de aplicar la ecuación para el cálculo del ICA, se puede concluir que la calidad del Caño Masisiferiano es regular para todo el periodo estudiado a excepción del mes de abril (época de transición de época seca a húmeda) que es mala. Para el caño Ivoto, se identificó con un ICA regular para todo el periodo a excepción de los meses abril y agosto que se reportó como mala.

El Caño Arrabo a diferencia de los dos anteriores reportó cuatro meses del año (marzo, abril, mayo y diciembre) con un ICA mala, los otros cinco meses monitoreados presentan un ICA regular.

En la Figura 0.21 se presenta gráficamente los resultados de los ICA para los tres caños anteriormente mencionados, donde los puntos rojos son los meses donde se identificó una calidad de agua mala y los puntos verdes calidad de agua regular.

**Figura 0.21 Resultados ICA multitemporal para los Caños Masisiferiano, Ivoto y Arrabo en los puntos de captación de Campo Rubiales**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (ECOPETROL S.A, 2017)

### 0.3.2.6 Usos del agua

#### 0.3.2.6.1 Uso para consumo doméstico

A partir del trabajo de campo realizado por WSP para la elaboración del presente EIA no se identificaron usuarios potenciales cuyo uso del recurso hídrico sea para consumo humano. Vale aclarar que la única vivienda registrada en el área de estudio se encuentra abandonada por lo tanto no se puede contabilizar como usuario activo.

#### 0.3.2.6.2 Uso industrial

La actividad de explotación de crudo en el área de estudio representa la principal actividad de consumo del recurso hídrico, el cual se obtiene a través de nueve captaciones superficiales y dos pozos profundos destinados para el consumo y actividades propias del campo. Las captaciones superficiales se encuentran debidamente autorizadas mediante resolución número 1586 de 2008, 233 de 2001, 1168 de 2005, y en el caso de las captaciones por pozo profundo, estas se encuentran autorizadas mediante resolución número 524 del 2007. A continuación, se presentan las coordenadas de los puntos de captación superficial y subterránea, así como los caudales autorizados a captar.

**Tabla 0.50 Tabla Coordenadas de ubicación de puntos de captación de agua en superficie.**

FUENTE A CAPTAR	NOMENCLATURA	COORDENADAS CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL CONSTRUIDOS EN CAMPO	
		Este	Norte
Caño Ivoto	C-1	1294671	910109
Caño Masiferiano	C-2	1289228	912248
Caño Arrabo	C-3	1291093	910233
Caño Rubiales -2	C-4	1295993	914066
Caño Rubiales -3	C-5	1293823	913906
Caño Budar -1	C-6	1291358	904332
Caño Budar -2	C-7	1291906	909463
Caño Rubiales -1	C-8	1293792	913000
Brazo Caño Rubiales	C-9	1279862	917166

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

**Tabla 0.51 Coordenadas de ubicación de puntos de captación subterránea**

PUNTO	POZO	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
		ESTE	NORTE
C-10	Pozo Profundo Campamento Arrayanes	1294795,14	911888,79
C-11	Pozo Profundo Campamento Arrayanes	1292218,56	911854,85

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

#### 0.3.2.6.3 Puntos de Captación

Para la presente modificación EIA Campo Rubiales y teniendo en cuenta las actividades a desarrollar dentro del campo se estableció la necesidad de utilizar únicamente tres de los nueve puntos de captación de aguas superficiales concesionados correspondientes a: Caño Masiferiana, Caño Arrabo y Caño Ivoto (Tabla 0.52), los cuales se encuentran autorizados mediante la Resolución 931 de 2017 y son utilizados

actualmente por el campo.

**Tabla 0.52 Puntos de captación autorizados por la Resolución 931 de 2017 y usados actualmente por Campo Rubiales.**

NOMBRE	ID	OBSERV	COOR_ESTE	COOR_NORTE
Caño Masifferiana	C2	Coordenada verificada en campo	955898,69	911822,63
Caño Arrabo	C3	Coordenada verificada en campo	957754,81	909803,24
Caño Ivoto	C1	Coordenadas de la resolución	961306	909662

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

Con el fin de verificar los posibles conflictos actuales y potenciales generados por dichas captaciones se hizo la verificación de predios un kilómetro aguas arriba y aguas bajo por la margen de captación autorizada para cada caño.

#### 0.3.2.6.4 Uso agrícola y pecuario

En el área de influencia no se identificaron puntos de captación de agua superficial empelados en actividades de uso agrícola y pecuario.

#### 0.3.2.6.5 Puntos de vertimiento

Para el presente numeral se realizó verificación de usos y usuarios tanto para los puntos de captación como los puntos de vertimiento, además se solicitó a CORMACARENA información de los usos y usuarios del recurso hídrico asociados al Caño Rubiales mediante el radicado 18933 del 24 de septiembre de 2018, al cual CORMACARENA le dio respuesta mediante el comunicado PM.GA.3.18.9418 y da a conocer que los únicos usuarios de la zona son los relacionados con el campo rubiales como se muestra en la Tabla 0.53 y Tabla 0.54.

**Tabla 0.53 Usuarios legales que captan agua en el Caño Rubiales**

Nombre del titular	No. Resolución y fecha	Coordenadas Planas		Caudal Autorizado	Uso	Periodo Autorizado
		Este	Norte			
META PETROLEUM CORP.	2035 del 15 de octubre de 2010	929714	911193	2,8 l/s	Doméstico e industrial	Invierno
		939152	914.844	2,8 l/s		Todo el año

Fuente: (CORMACARENA, 2018)

**Tabla 0.54 Puntos de vertimientos autorizados al Caño Rubiales**

Punto de vertimiento	No. Resolución que autoriza	Coordenadas Planas		Caudal Autorizado
		Norte	Este	
Punto 1. Sobre el cauce principal aguas arriba del puente Santa Helena	233 del 16 de marzo del 2001 1168 del 2005 524 del 2007	913450	960446	110,42
Punto 2. Sobre el cauce principal, en el puente Santa Helena, cercano a la batería 2 y CPF.	613 del 2004 1168 del 2005 524 del 2007	913469	960512	110,42
Punto 3. Sobre el cauce principal, primer brazo desde Rubiales 19.	233 del 16 de marzo del 2001 1168 del 2005 524 del 2007	913540	962481	110,42
Punto 4. Sobre el cauce principal, segundo brazo desde Rubiales 19.	233 del 16 de marzo del 2001 1168 del 2005	913061	963545	110,42

Punto de vertimiento	No. Resolución que autoriza	Coordenadas Planas		Caudal Autorizado
		Norte	Este	
	524 del 2007			
Punto 5. Sobre el cauce principal, tercer brazo desde Rubiales 19.	613 del 2004 1168 del 2005 524 del 2007	913093	963552	110,42

Fuente: (CORMACARENA, 2018)

Para las actividades que se ejecutan actualmente en Campo Rubiales se tienen autorizados cinco (5) puntos de vertimientos, con la presente modificación del EIA de Campo Rubiales se contempla un punto de vertimiento adicional denominado Punto de vertimiento 6. La identificación de estos puntos se presenta en la Tabla 0.55.

**Tabla 0.55 Puntos de vertimientos para la Modificación del EIA Campo Rubiales.**

NOMBRE	ID	COTA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
			ESTE	NORTE
Punto de vertimiento 1	V1	155	960264,08	913503,71
Punto de vertimiento 2	V2	152	960479,68	913452,01
Punto de vertimiento 3	V3	152	962308,35	913334,76
Punto de vertimiento 4	V4	141	962518,74	913512,84
Punto de vertimiento 5	V5	153	962983,50	913011,75
Punto de vertimiento 6*	V6	164,95	961394,64	913034,76

En amarillo se presentan los puntos de vertimiento autorizados por la Resolución 931 de 2017  
\* Punto de vertimiento adicional solicitado mediante la presente modificación.

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)

Con el fin de verificar los posibles conflictos actuales y potenciales generados por los vertimientos de Campo Rubiales se realizó un inventario de usos y usuarios teniendo en cuenta a un buffer de 400 metros a cada lado del Caño Rubiales desde el último punto de vertimiento hasta 1,2 kilómetros aguas abajo que corresponden a la extensión máxima de la zona de disolución de contaminantes determinada por la prueba de trazadores realizado para el presente EIA.

Para la identificación de predios se realizó una verificación de información secundaria, teniendo en cuenta la base cartográfica y Diagnostico de Información e Infraestructura Socioeconómica Aledaña a los PAD Existentes en el Campo Rubiales (ConCol By WSP; para ECOPETROL S.A., 2018), adicionalmente se tuvo en cuenta los predios citados en la Resolución 931 de 2017 (Finca Villa Alejandra y Predio la Victoria) y la respuesta PM.GA.3.18.9418 dada por CORMACARENA. A partir de esta información se realizó inspección en campo donde se identificaron dos (2) predios correspondientes a la finca Villa Alejandra y Predio la Victoria, que se muestran en la Tabla 0.56.

**Tabla 0.56 Predios visitados**

ID	No Formato	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTADO DEL PREDIO	VEREDA	NOMBRE PREDIO	CAPTACIÓN	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES
		ESTE	ESTE					
USU_01	1	969514,74	916819,50	En Uso	Santa Helena	La Victoria	Lentico	Pozo séptico
USU_02	2	964347,04	912724,30	Abandonada	Rubiales	Villa Alejandra	-	-

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018)



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

### 0.3.2.7 Hidrogeología

La unidad hidrogeológica de los Llanos Orientales es una unidad que cubre el 41.5 % de las reservas de agua subterránea por provincias (IDEAM, 2010a). En el área de influencia definida para el proyecto las formaciones que afloran son la Formación Guayabo también nombrada Formación Caja por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y los depósitos recientes aluviales (Q-al), Depositos de Glacis (Q-ga) y depósitos de llanura aluvial (Q2-IIa). Los cuales, de acuerdo con su composición litológica, conforman varios tipos de acuíferos. Desde el punto de vista geológico, la cuenca de la unidad hidrogeológica de los Llanos Orientales está cubierta por depósitos cuaternarios fluviolacustres que suprayacen rocas sedimentarias detríticas de texturas arenosas, lutíticas y carbonatadas que se extienden desde el Paleozoico hasta el Neógeno. Esta secuencia descansa sobre la paleo-topografía del basamento igneocrystalino del escudo de la Guyana que se levanta hacia el oriente (ECOPETROL S.A, 1998).

De acuerdo con lo anterior, la evaluación hidrogeológica en el área de influencia físico-biótica de Campo Rubiales, identificó y caracterizó los sistemas acuíferos existentes, su relación con otros acuíferos y la interconexión con las aguas superficiales e identificar las zonas de recarga, descarga y dirección de flujo del área de influencia.

#### 0.3.2.7.1 Tipos de acuíferos

En el área de influencia afloran cuatro (4) unidades geológicas, las cuales corresponden a la unidad geológica de depósitos cuaternarios (Q-al), (Q-ga) y (Q2-IIa) y la Formación Guayabo (N2c), las cuales por sus características litológicas se clasificaron dos tipos de acuíferos: (Ver Tabla 0.57)



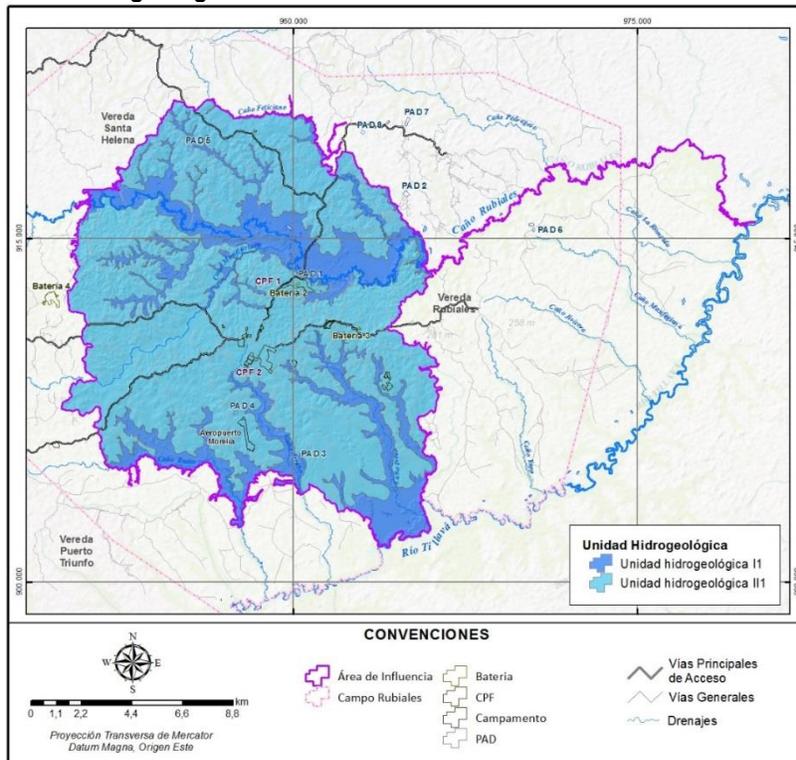
**Tabla 0.57 Tipos de acuíferos presentes en el área de influencia**

SISTEMAS DE ACUÍFEROS PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA									
Sistema de acuífero	Características de los acuíferos				Unidades Hidrogeológicas	Unidad Geológica	Área en el AI Ha	Porcentaje (%)	
II1	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 y 2,0 l/s/m	Sistemas de acuíferos confinados a semiconfinados discontinuos de extensión local a regional, conformados por niveles arenosos y conglomeráticos de la Formación Guayabo.	Porosidad primaria con flujo intergranular	Permeabilidad moderada	Conformada por lentes e intervalos de Arenas friables, limolitas, arcillolitas y conglomerados	Unidad hidrogeológica II1	Formación Guayabo	16598,35	74,40
I1	Acuíferos de Baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/s/m	Sistemas de acuíferos libres discontinuos de extensión local, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados que almacenan aguas dulces que requieren tratamientos para algunos usos.	Porosidad primaria con flujo intergranular	Permeabilidad baja a moderada	Conformada por material inconsolidado dos: gravas, arenas de grano variable y arcillas.	Unidad hidrogeológica I1	Depósitos aluviales (Q-al), Depósitos tipo Glacis (Q-ga) y depósitos de llanura aluvial (Q2-lla)	5710,39	25,60
<b>TOTAL GENERAL</b>							<b>22308,75</b>	<b>100</b>	

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En la Figura 0.22 se muestra la ubicación espacial de las dos unidades hidrogeológicas determinadas en el área de influencia.

Figura 0.22 Unidades hidrogeológicas identificadas en el área de influencia físico biótica



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.2.7.2 Zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos

En atención al Requerimiento número 7 “Justificar la metodología empleada para determinar las zonas de recarga para las Unidades Hidrogeológicas I1 y II1” y el número 20 “Ajustar la delimitación de áreas aptas para vertimiento en suelo - Zonas de recarga de la Formación Guayabo” de la Solicitud de Información Adicional en el marco del trámite de modificación de Licencia Ambiental Global, iniciado mediante Auto 00388 del 14 de febrero de 2019, se presenta a continuación la metodología y el desarrollo de las zonas de recarga para todas las unidades geológicas presentes.

Para determinar las zonas de recarga en el área de influencia se utilizó el método de evaluación potencial de zonas de recarga (Matus, 2007), que está soportado en ponderaciones de 1 a 5 para los siguientes parámetros: Pendiente (Pend), Tipo de suelo (Ts), tipo de roca (Tr), cobertura vegetal permanente (Cve) y se evaluó el uso del suelo (Us); con estas ponderaciones se obtiene el mapa de zonas de recarga potencial para el área de influencia

Tabla 0.58 Variables y Evaluación de Zonas de Recarga

PENDIENTE (PEND)			
Descripción	%	Ponderación	Posibilidad de recarga
Planos a casi planos	0-6	5	Muy Alta
Moderadamente ondulados	6-15	4	Alta
Ondulados/cóncavos	15-45	3	Moderada
Escarpados	45-65	2	Baja



<b>PENDIENTE (PEND)</b>			
Fuertemente escarpados	>65	1	Muy Baja
<b>TIPO DE SUELO (TS)</b>			
<b>Textura</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Posibilidad de recarga</b>	
Suelos franco arenosos a arenosos. Muy rápida capacidad de infiltración (mayores de 25 cm/h)	5	Muy Alta	
Suelos francos, capacidad de infiltración (12,7 – 25 cm/h)	4	Alta	
Suelos franco limosos con moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración (2 – 12,7 cm/h)	3	Moderada	
Suelos Franco arcillosos, lenta capacidad de infiltración (0.13 – 2 cm/h)	2	Baja	
Suelos arcillosos con muy lenta capacidad de infiltración (menor de 0.13 cm/h)	1	Muy Baja	
<b>TIPO DE ROCA (TR)</b>			
<b>Textura</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Posibilidad de recarga</b>	
Rocas muy permeables, muy suaves constituidas por agregados gruesos, con macro poros interconectados	5	Muy Alta	
Rocas permeables constituidas por agregados medianos con poros conectados entre si, ej arenas finas.	4	Alta	
Rocas moderadamente permeables, con regular conexión de poros entre si	3	Moderada	
Rocas poco permeables un poco duras, moderadamente compactas, constituidas por partículas finas, una combinación de gravas con arcillas, con presencia de fracturas conectadas entre si	2	Baja	
Rocas impermeables	1	Muy Baja	
<b>COBERTURA VEGETAL PERMANENTE (CVE)</b>			
<b>Porcentaje</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Posibilidad de recarga</b>	
>80%	5	Muy Alta	
70-80%	4	Alta	
50-70%	3	Moderada	
30-50%	2	Baja	
<30%	1	Muy Baja	
<b>USO DE SUELO (US)</b>			
<b>Uso de suelo</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Posibilidad de recarga</b>	
Bosque que presentan los tres estratos con árboles, arbustos y hierbas	5	Muy Alta	
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	4	Alta	
Terrenos cultivados y con obras de conservación de suelo	3	Moderada	
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	2	Baja	
Terrenos agropecuarios, con manejo intensivo	1	Muy Baja	

Fuente: (Matus, 2007)

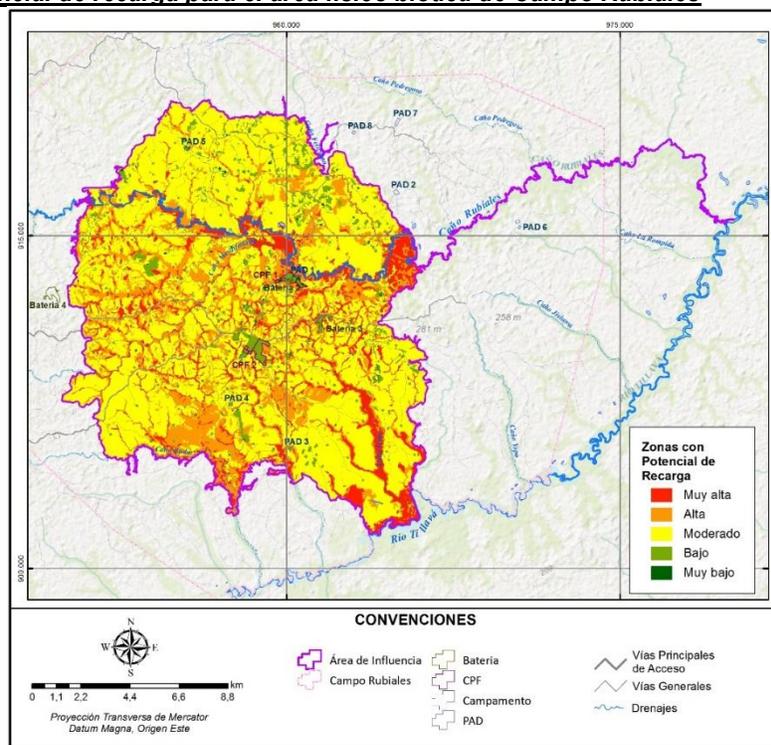
En la Tabla 0.59 y en la Figura 0.23 se presenta el resultado del potencial de recarga para el área físico biótica de Campo Rubiales, donde se observa el predominio de zonas con potencial de recarga moderado, esto debido a que se el área se caracteriza por prevalecer zonas de las rocas del Intervalo arenoso de la Formación Guayabo, con pendientes menores al 6% uso potencial de dedicado a áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, y asociados a coberturas de herbazales.

**Tabla 0.59 Potencial de recarga para el área físico biótica de Campo Rubiales**

<i>Muy alto</i>	<i>2718,24</i>	<i>12,18%</i>
<i>Alto</i>	<i>4532,70</i>	<i>20,32%</i>
<i>Moderado</i>	<i>13842,48</i>	<i>62,05%</i>
<i>Bajo</i>	<i>1075,92</i>	<i>4,82%</i>
<i>Muy bajo</i>	<i>139,41</i>	<i>0,62%</i>
<b>TOTAL</b>	<b>22308,75</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

**Figura 0.23 Potencial de recarga para el área físico biótica de Campo Rubiales**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.2.7.3 **Zonas de potenciales de recarga del POMCA Río Tillava**

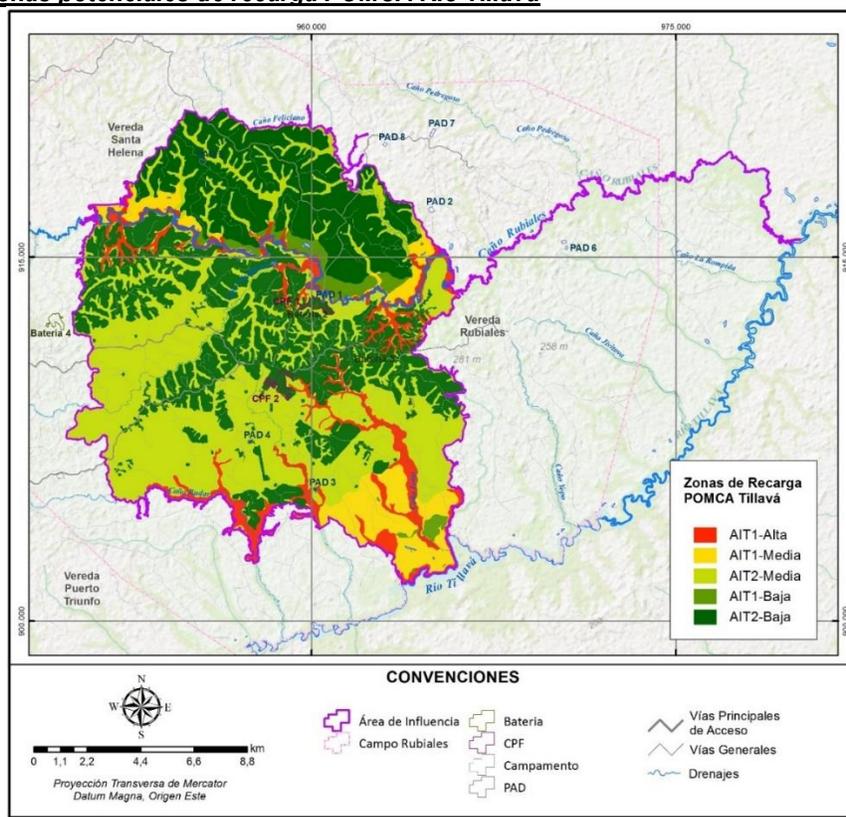
En atención al Requerimiento número 20 "Ajustar la delimitación de áreas aptas para vertimiento en suelo – Zonas de recarga de la Formación Guayabo" de la Solicitud de Información Adicional en el marco del trámite de modificación de Licencia Ambiental Global, iniciado mediante Auto 00388 del 14 de febrero de 2019, en la justificación, la autoridad presenta el Artículo 66 Categoría de protección en suelo rural en el que las zonas de recarga de acuíferos se encuentran dentro de las áreas de especial importancia ecosistémica del Esquema de Ordenamiento territorial (EOT) del Municipio de Puerto Gaitán (2008).

El EOT no presenta una caracterización hidrogeológica de zonas de recarga, este presenta el mapa de

categorias de suelo rural (Ver Anexo 3 Geosférico \1 Hidrogeología) en el que las zonas de protección describen: "Rondas de cuerpos de agua y fuentes hídricas, zonas de protección bosques y reserva forestal, Áreas de importancia ecosistémica (Yucao), Áreas para la producción agrícola y ganadera y explotación de recursos naturales, Áreas de amenaza y riesgo". Sin embargo, el Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca (POMCA) Del Río Tillava (2014) presenta la determinación de zonas potenciales de recarga mediante la metodología de (Matus, 2007), metodología utilizada en el presente EIA.

En la Figura 0.24 se presenta las zonas potenciales de recarga para el área físico biótica del campo rubiales determinadas en el POMCA del Río Tillava.

**Figura 0.24 Zonas potenciales de recarga POMCA Río Tillava**



Fuente: Tomado de POMCA Río TILLAVA (2014)

Al comparar las zonas de recarga del POMCA del Río Tillava (2014) se observa que el 40,79% del área se encuentra en zonas de potencial medio, seguido de zonas de potencial bajo (40,70%); para las elaboradas para el presente capítulo, también predominan las zonas de potencial moderado, solo que son seguidas por zonas de potencial alta; las diferencias que se evidencian son debido a la escala con que se desarrollaron cada una de la variables de la metodología y la información de campo que alimenta el presente, siendo este último desarrollado a mayor detalle.

#### 0.3.2.7.4 Inventario de puntos de agua

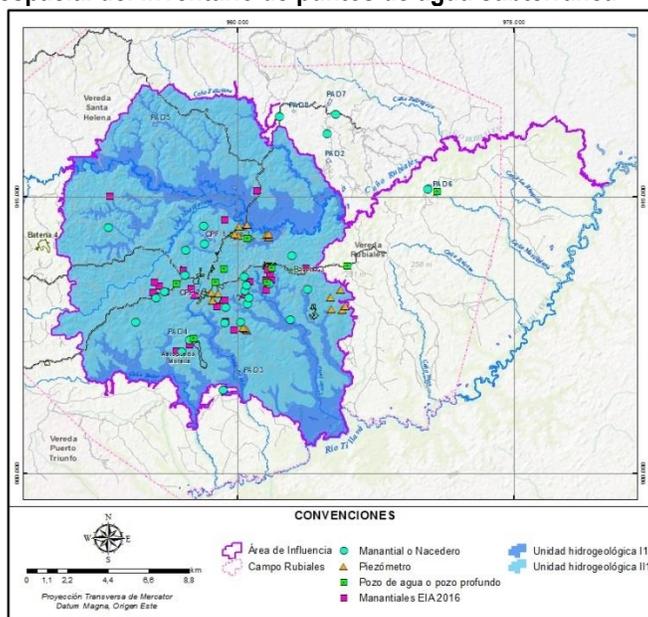
Durante el trabajo de campo para la elaboración del presente EIA, se contó con la información consignada en el inventario de puntos de agua del Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de Licencia Ambiental Global de Campo Rubiales del año 2016, se verificó y actualizó la información respecto a los puntos de agua existentes.

En ese orden de ideas, con base en el total de puntos de agua subterránea inventariados dentro del Campo Rubiales, presentados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la Modificación de la Licencia Ambiental del año 2016, fueron seleccionados los puntos que cubrían el área de influencia físico-biótica para este proyecto, con el fin de corroborar la información en campo y verificar si los manantiales eran perennes o intermitentes y su condición de uso dentro del área de influencia.

De la visita realizada en campo se evidenciaron algunos de los manantiales existentes secos y los demás se identificaron como manantiales, así las cosas, para el área de influencia se caracterizaron 54 puntos de agua subterránea distribuidos así: 27 manantiales, 9 pozos y 36 piezómetros; estos puntos fueron verificados a mediados del mes de marzo y abril de 2018 y  *finales del mes de abril de 2019*, donde se confirmó que los puntos son permanentes o perennes y no presentan ningún uso en el área de influencia. Es importante precisar que los manantiales identificados como M 02, M 04 M 25, M 26 y los pozos Buenos Aires -SUB 17 y SUB 14, se ubican por fuera del área de influencia, sin embargo, fueron tenidos en cuenta dentro de estudio con el fin de cubrir y determinar el estado actual y fisicoquímico de la parte norte y este del área y su influencia con el proyecto ver Figura 0.25.

Adicionalmente se tomaron 26 manantiales como información secundaria para la zonificación ambiental, del EIA presentado en el año 2016. (Ver Capítulo 3.6 Zonificación)

**Figura 0.25 Ubicación espacial del inventario de puntos de agua subterránea**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En ese orden de ideas, del total de puntos de agua caracterizados para el área de influencia se tiene que el 49% corresponde a manantiales, de los cuales solo uno presenta uso doméstico el M-02 y se ubica fuera del área de influencia y el resto no tiene uso asociado, el 34 % del inventario corresponde a piezómetros de monitoreo de las actividades de Campo Rubiales y el 17% a pozos profundos construidos por Ecopetrol para la exploración y explotación de aguas subterráneas,

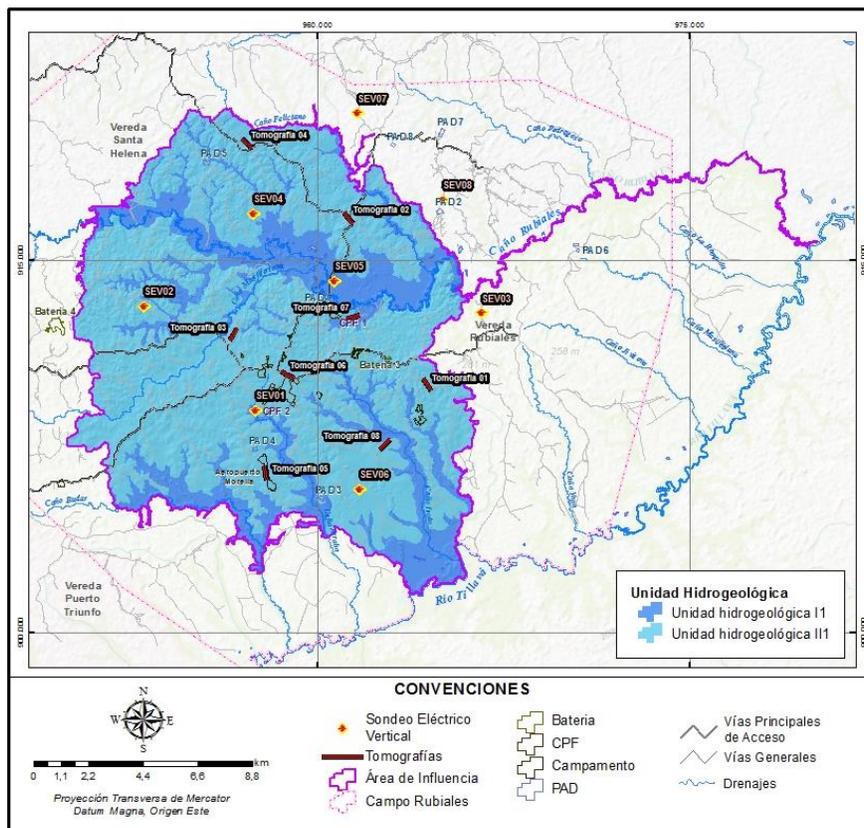
### 0.3.2.7.5 Exploración Geofísica

Con el fin de obtener información del subsuelo y de inferir la potencialidad de este como unidad acuífera, se realizó un estudio geofísico – geoelectrico en el área de influencia de Campo Rubiales, se ejecutaron ocho (8) tomografías y ocho (8) sondeos eléctricos verticales distribuidos en el área de influencia, además de las características hidrogeológicas y topográficas óptimas para llevar a cabo la realización de la exploración geofísica del subsuelo.

De acuerdo con lo anterior en la

Figura 0.26, se muestra la ubicación de las tomografías realizadas a una longitud de 600 m y profundidad de exploración de 160 m y los SEV realizados en el área de influencia físico-biótica.

**Figura 0.26 Ubicación espacial de los SEV y las tomografías eléctricas ejecutadas en el área de influencia**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

La exploración geofísica evidenció que los datos de resistividad adquiridos en el área de estudio físico-biótica de Campo Rubiales permitieron establecer una distribución de resistividades asociadas a las diferentes litologías de la Formación Guayabo, dentro de estas se identificaron niveles de Arcillas con resistividades entre los 2 y los 46 ohm-m, niveles de arenas saturadas de agua dulce con resistividades entre los 55 y los 200 ohm-m, niveles de arenas y gravas con resistividades entre los 170 y los 250 ohm-m, niveles de gravas matriz soportadas con resistividades que oscilan entre los 150 y los 2300 ohm-m, y niveles de gravas clasto soportadas con resistividades que oscilan entre los 500 y los 10000 ohm-m.

Se identificaron cinco contrastes litológicos en la Formación Guayabo, con la correlación de resistividades, un nivel de gravas clasto soportadas saturado, otro nivel matriz soportado saturado, un nivel arenoso con saturación de agua, un nivel de arenas y gravas, y unos niveles de arcillas.

De los cinco niveles identificados, cuatro corresponden a niveles acuíferos con porosidad primaria, el otro nivel corresponde a una capa impermeable (acuitardo) asociada a los niveles arcillosos de la Formación Guayabo.

Esta unidad conforma sistemas acuíferos de tipo confinado a semiconfinado multicapa, con moderados a altos potenciales de explotación de tipo regional. El tipo de acuífero se da por la variación litológica que presenta esta unidad, como se evidenció en la interpretación de la exploración geofísica del subsuelo, por ende el aprovechamiento varía de acuerdo con la profundidad, en el Campo Rubiales es aprovechado el nivel de acuífero más profundo de la Formación Guayabo, a través de pozos con profundidades mayores a los 100 metros, como es el caso de los pozos: Arrayanes y Batería 1, que cuentan con permiso de concesión de agua autorizada en la Resolución 524 del 26 de marzo de 2007, modificada por la Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008 y la Resolución 931 del 8 de agosto de 2017, con un caudal máximo autorizado de 5 l/s, y una duración de bombeo para el pozo Arrayanes de 16 horas/día y para el pozo Batería 1 de 12 horas/día. Que, de acuerdo con las pruebas de bombeo realizadas en los pozos existentes, los parámetros hidrogeológicos aproximados promedios de la unidad acuífera son: Transmisividad ( $T - m^2/día$ ) 469.44, Conductividad hidráulica ( $K - m/día$ ) de 46.70 y la Capacidad específica ( $CE - l/s/m$ ) de 2.68, indicando propiedades hidráulicas moderadas.

#### **0.3.2.7.6 Hidrogeoquímica del agua subterránea**

Para la caracterización de la calidad de agua subterránea, se tomaron muestras in situ con el fin de medir parámetros como el pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, temperatura, etc. Para la selección de los puntos de monitoreo, los cuales fueron tomados del inventario de puntos de agua subterránea, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Las fuentes de aprovechamiento de agua.
- La red de monitoreo dentro del área de estudio se realizó con base en los piezómetros construidos dentro de Campo Rubiales y la distribución de los puntos de agua subterránea inventariados.
- Se muestrearon pozos activos, para obtener información de los acuíferos más profundos.
- Seleccionar puntos de muestreo en obras hidráulicas de abastecimiento y distribución de agua potable y de producción.

El muestreo y análisis de laboratorio fue realizado por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA, acreditado por el IDEAM, el cual tomó 47 muestras distribuidas así: 25 manantiales, 7 pozos y 15 piezómetros, mediante un muestreo puntual para cada punto.

Los puntos de agua subterránea monitoreados se observan en la Tabla 0.60, en esta se muestra la información básica de los puntos como: nombre, código de laboratorio, fecha y coordenadas de cada punto.

**Tabla 0.60 Ubicación de los puntos de agua subterránea monitoreados en el área de influencia físico-biótica**

ID	NO. MUESTRA LABORATORIO CIMA	NOMBRE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		FECHA DE TOMA DE MUESTRA	HORA DE TOMA DE MUESTRA
			ESTE	NORTE		
M-01	32990	Manantial	<u>961717.85</u>	<u>910297.36</u>	30/04/2018	13:35:00
M-02	33273	Manantial	<u>962279.38</u>	<u>919364.68</u>	07/05/2018	10:25:00
M-03	32993	Manantial	<u>959364.95</u>	<u>909005.95</u>	01/05/2018	11:25:00
M-04	33274	Manantial	<u>965331.29</u>	<u>919470.22</u>	07/05/2018	11:15:00
M-05	33288	Manantial	<u>960493.03</u>	<u>910210.61</u>	09/05/2018	12:00:00
M-06	32987	Manantial	<u>963820.00</u>	<u>909970.00</u>	29/04/2018	13:18:00
M-07	33289	Manantial	<u>960387.00</u>	<u>910659.00</u>	09/05/2018	12:40:00
M-08	33276	Manantial	<u>958182.00</u>	<u>913415.00</u>	07/05/2018	14:06:00
M-09	33277	Manantial	<u>958213.00</u>	<u>912445.00</u>	07/05/2018	14:55:00
M-10	32989	Manantial	<u>962969.00</u>	<u>911824.00</u>	30/04/2018	12:05:00
M-11	33287	Manantial	<u>960160.00</u>	<u>908200.00</u>	09/05/2018	10:55:00
M-13	33278	Manantial	<u>959247.00</u>	<u>904516.00</u>	08/05/2018	09:00:00
M-14	33279	Manantial	<u>956982.00</u>	<u>906588.00</u>	08/05/2018	10:00:00
M-15	33280	Manantial	<u>957417.00</u>	<u>907224.00</u>	08/05/2018	10:30:00
M-16	33286	Manantial	<u>959308.51</u>	<u>908175.07</u>	09/05/2018	10:20:00
M-17	33284	Manantial	<u>954488.06</u>	<u>908212.60</u>	09/05/2018	08:30:00
M-18	33285	Manantial	<u>955573.93</u>	<u>909507.56</u>	09/05/2018	09:00:00
M-19	33283	Manantial	<u>956032.86</u>	<u>909860.33</u>	09/05/2018	08:00:00
M-20	33281	Manantial	<u>957168.00</u>	<u>910761.00</u>	08/05/2018	12:10:00
M-21	32992	Manantial	<u>960537.27</u>	<u>909200.86</u>	30/04/2018	14:40:00
M-22	32991	Manantial	<u>960648.37</u>	<u>909503.59</u>	30/04/2018	14:11:00
M-23	33282	Manantial	<u>960412.71</u>	<u>909893.93</u>	08/05/2018	14:00:00
M-24	32988	Manantial	<u>962887.89</u>	<u>908351.00</u>	30/04/2018	11:20:00
M-25	32986	Manantial	<u>970338.90</u>	<u>915412.09</u>	29/04/2018	09:20:00
M-26	33275	Manantial	<u>964863.00</u>	<u>918413.00</u>	07/05/2018	12:12:00
PASUB4	33272	Pozo	<u>957638.00</u>	<u>907330.00</u>	08/05/2018	11:15:00
PASUB 3	37387	Pozo	<u>956688.54</u>	<u>910270.29</u>	18/07/2018	PENDIENTE
Pozo Arrayanes	32995	Pozo	<u>961456.00</u>	<u>911449.00</u>	29/04/2018	12:55:00
SUB 17	32994	Pozo	<u>965984.00</u>	<u>911248.00</u>	29/04/2018	10:15:00
Pozo BATERIA 1	33271	Pozo	<u>958884.82</u>	<u>911419.53</u>	07/05/2018	15:50:00
Pozo CPF 1	33187	Pozo	<u>960528.00</u>	<u>912726.00</u>	03/05/2018	14:44:00
PASUB 5	37388	Pozo	<u>961592.27</u>	<u>910391.86</u>	14/07/2018	PENDIENTE
Pz 8 - CPF 2	32982	Piezómetro	<u>958533.00</u>	<u>909765.00</u>	01/05/2018	10:30:00
Pz 7 - CPF 2	32981	Piezómetro	<u>958618.00</u>	<u>909356.00</u>	01/05/2018	09:40:00
Pz 2 – piscina	32979	Piezómetro	<u>965846.00</u>	<u>909042.00</u>	29/04/2018	11:45:00
Pz 1 piscina 17	32980	Piezómetro	<u>965681.00</u>	<u>908828.00</u>	29/04/2018	12:23:00
pz 4 – piscina	32978	Piezómetro	<u>965030.00</u>	<u>909538.00</u>	29/04/2018	11:00:00
Pz 3 - zona cortes	32985	Piezómetro	<u>960299.00</u>	<u>907854.00</u>	01/05/2018	13:35:00
Pz 1 - zona cortes	32983	Piezómetro	<u>960488.00</u>	<u>907762.00</u>	01/05/2018	12:10:00
Pz 2 - zona cortes	32984	Piezómetro	<u>960427.00</u>	<u>907828.00</u>	01/05/2018	13:00:00



ID	NO. MUESTRA LABORATORIO CIMA	NOMBRE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		FECHA DE TOMA DE MUESTRA	HORA DE TOMA DE MUESTRA
			ESTE	NORTE		
Pz 3 - CPF-1	33182	Piezómetro	<u>959807,67</u>	<u>912961,87</u>	03/05/2018	10:00:00
Pz 5 - CPF-1	33183	Piezómetro	<u>960030,07</u>	<u>912855,21</u>	03/05/2018	11:15:00
Pz 1 - CPF -1	33269	Piezómetro	<u>960060,00</u>	<u>913385,00</u>	05/05/2018	09:15:00
Pz 2 - CPF -1	33270	Piezómetro	<u>960509,00</u>	<u>913457,00</u>	05/05/2018	10:10:00
Pz 4 -Vertimiento	33186	Piezómetro	<u>961673,00</u>	<u>912940,00</u>	03/05/2018	13:30:00
Pz 3 - Vertimiento	33185	Piezómetro	<u>961570,00</u>	<u>912907,00</u>	03/05/2018	13:15:00
Pz 5 - Vertimiento	33184	Piezómetro	<u>961688,00</u>	<u>912778,00</u>	03/05/2018	12:33:00

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Para los manantiales presentes en el área de influencia se obtuvieron rangos de valores de CE, de 2 a 37,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; los valores más bajos que representan una mejor calidad química del agua subterránea se distribuyen hacia el centro-oriente y sur- occidente del área de influencia, además de los manantiales que se ubican por fuera del área de influencia localizados en la parte norte; en tanto que los valores más altos se registraron al NW y Este del área de influencia.

En relación con los sólidos disueltos totales (TSD) en los manantiales, los rangos oscilaron entre 0,8 a 17,1 mg/L, coincidiendo los valores más bajos hacia el centro- oriente y sur-occidente del área de influencia, aumentando su concentración de manera gradual hacia el este y oeste del área de influencia; lo anterior es una guía de la presencia de agua de mejor calidad asociada con el tipo de acuífero en explotación.

La relación de conductividad eléctrica (CE) es directamente proporcional al contenido de sólidos totales disueltos en el agua subterránea y éstos se incrementan con la evolución del agua subterránea, o por efecto de la contaminación natural o antropogénica.

La calidad química del agua subterránea para uso agrícola a profundidades mayores a los 10 metros, de acuerdo con el muestreo a los piezómetros existentes, muestra valores de conductividad eléctrica entre 8 y 347  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; los valores más bajos que representan una mejor calidad química del agua subterránea se distribuyen hacia el CPF2 y Este del área de influencia, donde se encuentran los piezómetros Pz 1 piscina 17, Pz 2 – piscina, pz 4 – piscina y los piezómetros ubicados cerca de caño Rubiales: Pz 3 – Vertimiento, Pz 4 –Vertimiento, Pz 5 – Vertimiento y los valores más altos se ubican hacia los piezómetros de la zona de cortes y cercanos al CPF 1.

Los valores de solidos disueltos totales oscilaron entre 4 y 179 mg/L, coincidiendo los valores más bajos con las zonas donde se ubican los piezómetros Pz 1 piscina 17, Pz 2 – piscina, pz 4 – piscina y los piezómetros ubicados cerca de caño Rubiales: Pz 3 – Vertimiento, Pz 4 –Vertimiento, Pz 5 – Vertimiento y los valores más altos se ubican hacia los piezómetros de la zona de cortes y cercanos al CPF 1. Lo anterior indica que la mejor calidad de agua hacia estas áreas para uso agrícola, sin embargo, es preciso anotar que en el área de influencia las aguas subterráneas a estas profundidades no son aprovechadas.

Las variaciones de conductividad eléctrica en los diferentes puntos pueden estar condicionadas por las precipitaciones, los cambios en los caudales de los caños principales como el Caño Rubiales, los usos del suelo y sus modificaciones, la aplicación de riegos y los focos de contaminación que se puede presentar en el área de influencia.

La composición química promedio del agua subterránea para los manantiales ubicados en el are de estudio de Campo Rubiales, con base en miliequivalentes/litro de sus iones principales, en el diagrama triangular se muestra que los manantiales son de tipo sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y cloruradas y cloruradas y/o sulfatadas sódicas, donde los ácidos fuertes exceden los ácidos débiles, es importante resaltar que el manantial M-19 corresponde a aguas de tipo bicarbonatadas cálcicas y el manantial M-15 a aguas bicarbonatadas sódicas, lo cual es posible que se dé por su grado de mineralización global, porque pertenecen al grupo de agua con más de un gramo/litro y, por el mineral que resulta mayoritario en su composición, en proporción superior al 20%, son ricas en ion bicarbonato. Estos dos, la mineralización global y el componente mayoritario son los criterios que se deben seguir para la clasificación de este tipo de aguas, y para llegar a un mejor conocimiento de sus propiedades físicas y químicas.

La composición química promedio del agua subterránea para los piezómetros ubicados en el are de estudio de Campo Rubiales, con base en miliequivalentes/litro de sus iones principales, el diagrama triangular muestra que el tipo de agua corresponde a aguas sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y cloruradas y/o sulfatadas sódicas, donde los ácidos fuertes exceden los ácidos débiles. Para el piezómetro Pz -5 CPF 1, el agua es de tipo bicarbonatada sódica, presenta alcalinidad carbonacea (alcalinidad primaria) excede el 50%. Aguas subterráneas con poca dureza en proporción a la cantidad de sólidos disueltos.

La composición química promedio del agua subterránea para los pozos existentes en el área de influencia (construidos a 150 metros de profundidad con filtros desde los 40 y 60 metros), con base en miliequivalentes/litro de sus iones principales, el diagrama triangular de piper muestra que el tipo de agua en esas profundidades son bicarbonatadas sódicas, presenta alcalinidad carbonacea (alcalinidad primaria) excede el 50%. Aguas subterráneas con poca dureza en proporción a la cantidad de sólidos disueltos.

#### **0.3.2.7.7 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación**

Para el área de influencia se aplicó el método DRASTIC propuesto por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Aller, Bennett , Lehr, Petty, & Hackett, 1987), el cual clasifica y pondera parámetros intrínsecos, reflejo de las condiciones naturales del medio y es el más difundido para determinar la vulnerabilidad de acuíferos. DRASTIC valora como parámetros: D (profundidad del nivel piezométrico), R (recarga), A (litología del acuífero), S (naturaleza del suelo), T (pendiente del terreno), I (naturaleza de la zona no saturada) y C (permeabilidad), estos 7 parámetros dependen del clima, el suelo, el sustrato superficial y el subterráneo.

*La vulnerabilidad intrínseca en el área de influencia varía de acuerdo con el tipo de suelo, la naturaleza del acuífero, profundidad del nivel piezométrico, recarga neta, topografía y permeabilidad; descritas en el método DRASTIC, es así que en las áreas donde afloran suelos más finos la permeabilidad es baja, como es el caso de los suelos denominados con L2.1, L1.2, L1.3 y L1.4, aflorando hacia las zonas más planas con pendientes menores al 6%, la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es Moderada, esto se le atribuye a que hacia estas zonas los suelos presentan contenidos de arcilla con presencia de finos con una conductividad lenta a muy lenta y el nivel freático varía encontrándose a profundidades menores a 1,5 m. con presencia de cobertura vegetal de bosques de galería, otra variable que permite el aporte de materia orgánica mejorando la distribución de los macro y microporos aumentado la capacidad de retención de humedad con respecto a las demás zonas del área de influencia.*



**Tabla 0.61 Distribución de áreas de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos**

	<u>ÁREA en el AI</u> <u>(AI)</u>	<u>Porcentaje en el AI</u> <u>(%)</u>
<i>Alta</i>	<u>1798,85</u>	<u>8,06%</u>
<i>Media</i>	<u>19081,87</u>	<u>85,54%</u>
<i>Baja</i>	<u>1427,88</u>	<u>6,40%</u>
<i>Muy baja</i>	<u>0,14</u>	<u>0,00%</u>
<b>TOTAL</b>	<b><u>22308,75</u></b>	<b><u>100</u></b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

*Hacia las zonas con pendientes mayores a los 7% en la unidad geomorfológica de montículos y ondulaciones denudacionales, el nivel freático se encuentra a profundidades mayores a los 1.5 metros, y se presentan capas con contenidos arcillosos que aíslan el contacto con el agua subterránea, adicionalmente las pendientes mayores no permiten que el agua se infiltre tan rápido y se transporten por escorrentía hacia las zonas más bajas.*

### 0.3.2.8 Geotecnia

La caracterización geotécnica se determinó mediante la integración y análisis de diversas variables físicas que se identificaron en la fase I de adquisición de información secundaria y en la fase II de adquisición de información primaria en salida a campo: geológica, edafológica, geomorfológica, hidrogeológica, hidrológica, climatológica, amenaza sísmica, cobertura vegetal y pendientes; metodológicamente se estableció la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa y erosión, con base en la metodología de Ambalagan (1992), la cual se correlaciona en términos de estabilidad geotécnica.

A partir de cada una de las variables descritas con sus respectivas calificaciones y mediante el uso de herramientas SIG con el software ArcGIS se determinó las condiciones de susceptibilidad a deslizamientos, evidenciando que para el área de influencia físico biótica se obtuvo lo siguiente: estabilidad muy alta (53,02%), media a alta (46,59%) y finalmente una estabilidad baja a media de 0,39%, que están asociadas a los terrenos con mayor densidad de procesos morfodinámicos por la acción de la dinámica fluvial del Caño Rubiales.

Lo anterior se le atribuye a que en el área de influencia físico biótica se presenta varios factores que contribuyen a que el terreno sea estable, entre ellos se determinó que las pendientes en la totalidad del área de influencia son a nivel y ligeramente planas (entre 0-1% y 1-3%), lo cual beneficia su estabilidad, la precipitación en la zona no se considera muy alta, un factor detonante en la generación de fenómenos de remoción en masa, algunos de los sedimentos son afectados por procesos morfodinámicos como erosión en cárcavas y en surcos, los cuales no presentan las condiciones de pendientes, fallas o deslizamientos que generen fenómenos de remoción en masa. La estabilidad geotécnica Media a Alta, se da en las unidades geomorfológicas de montículos y ondulaciones donde las inclinaciones son mayores y por estar conformadas por material inconsolidado de la Formación Guayabo como los niveles arenosos y arcillo arenosos, se podrían generar desprendimientos de tipo flujo de tierra localizados, sin que pongan en riesgo a la comunidad y a las actividades proyecto.

Las áreas donde los procesos de erosión son más pronunciados debido a la dinámica fluvial y las planicies aluviales se identifican cerca al caño rubiales, no se consideran áreas de gran extensión, sin embargo, hacen que esas zonas sean propensas a presentar procesos erosivos, por tanto, la estabilidad geotécnica es Baja a Media (0,39 %).

**Tabla 0.62 Resumen de la Estabilidad Geotécnica del área de influencia**

<u>RANGO DE VALORES</u>	<u>ESTABILIDAD GEOTÉCNICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>ÁREA DE INFLUENCIA ABIÓTICA-BIÓTICA</u>	
			<u>ÁREA (ha)</u>	<u>PORCENTAJE %</u>
<u>0,0 – 3,0</u>	<u>Muy Alta</u>	<u>La estabilidad geotécnica es muy alta, debido a que se exhiben a nivel menores a 1%, en materiales no consolidados y meteorizados de composición arenosa arcillosa; principalmente se presenta en las planicies aluviales, asociadas al Caño Rubiales y el río Tillava donde no se desarrollan procesos morfodinámicos, pronunciados y las pendientes favorecen la estabilidad geotécnica.</u>	<u>11828,84</u>	<u>53,02</u>
<u>3,1 – 5,0</u>	<u>Media a Alta</u>	<u>La estabilidad geotécnica es Media a Alta, debido a que se exhiben pendientes ligeramente inclinadas, en materiales no consolidados y meteorizados de composición arenosa arcillosa; principalmente se presenta en los glacis de acumulación y montículos y ondulaciones denudacionales, donde se desarrollan procesos morfodinámicos como surcos, en ocasiones erosión en cárcavas y hondonadas y algunos flujos de tierra.</u>	<u>10393,17</u>	<u>46,59</u>
<u>6,9 – 12,0</u>	<u>Baja a Media</u>	<u>La estabilidad geotécnica es Baja a Media, debido a que se exhiben pendientes moderadamente inclinadas, en materiales no consolidados y meteorizados de composición arenosa arcillosa; principalmente asociados a la dinámica fluvial como la socavación lateral en los cauces de los drenajes principales como el Caño Rubiales.</u>	<u>86,73</u>	<u>0,39</u>
<b><u>TOTAL</u></b>			<b><u>22308,75</u></b>	<b><u>100</u></b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.2.9 Atmosfera

#### 0.3.2.9.1 Clima

- **Metodología**

Como parte de la caracterización climatológica para el campo Rubiales se realizó el análisis de las variables Precipitación, Temperatura, Brillo Solar, Humedad Relativa, Nubosidad, Velocidad del viento; esto a escala mensual. No obstante, por la importancia que tienen las variables precipitación y temperatura en el balance hídrico, fue necesario realizar un análisis a escala diaria que garantizara series completas, consistentes y homogéneas. Por lo tanto, fue necesario identificar periodos comunes entre las estaciones, realizar identificación de datos anómalos, verificar y complementar las series, y aplicar pruebas gráficas y confirmatorias de consistencia y homogeneidad.

- **Resultados**

- **Precipitación**

La precipitación en el área de influencia de campo Rubiales muestra un comportamiento monomodal, presentando una época seca entre enero y marzo, y una época de lluvias única entre mayo y noviembre, los meses de abril y diciembre, se consideran de transición. El mes con menor precipitación en el año, corresponde a enero reportando una lámina promedio de 17.9 mm mientras que el mes de mayores precipitaciones es junio

con un valor promedio de 370 mm. La precipitación media anual multianual que se reporta para la zona de campo Rubiales es de 2318.7 mm. A partir de los análisis de correlación de esta variable con los índices de eventos macroclimáticos ONI, la zona no se ve influenciada en mayor medida por el fenómeno ENOS.

#### ➤ **Temperatura**

La temperatura en campo Rubiales varía entre los 35°C y 20.2 °C, reportando un valor medio anual de 29.2 °C, presentando incrementos hacia la época seca y leves disminuciones hacia la época de lluvias, siendo esto coincidente con los registros de precipitación de la zona. A partir, de los análisis de consistencia y homogeneidad de la información de temperatura, tan solo la estación Gaviotas cumple con este requerimiento, por lo tanto, fue la única utilizada para caracterizar esta variable.

#### ➤ **Evaporación**

El comportamiento temporal de la evaporación y clusterig realizado por medio del índice de similaridad Euclidian se puede observar que los meses de diciembre, enero, febrero y marzo son los meses con mayores valores de evaporación y por el contrario se identifica que los meses de mayo, junio y julio y agosto son los meses menores valores de evaporación

#### ➤ **Brillo solar**

El brillo solar anual promedio registrado en las estaciones consultadas es de 1754,7 horas. Este parámetro presenta el menor valor el mes de junio, con 102,1 horas que coincide con el de mayor nubosidad y precipitación y con un el mayor valor el mes de enero (206,3 horas), coincidiendo las mayores insolaciones con los periodos menos lluviosos y las menores insolaciones con los periodos más lluviosos.

#### ➤ **Humedad relativa**

Se puede evidenciar que la humedad relativa varía entre 75 y 88, donde los meses con mayores valore son mayo, junio, julio y agosto, y los menores valores se presentan los meses de diciembre y enero.

#### ➤ **Nubosidad**

El valor promedio mensual multianual de nubosidad para el área de influencia dónde se plantea el proyecto es de 5 octas, siendo este un cielo parcialmente nublado

#### ➤ **Velocidad y dirección del viento**

la frecuencia de la velocidad y dirección de los vientos en la zona es de predominancia en sentido NE, con velocidades entre 1,6 y 3,3 m/s, seguido por la ocurrencia de vientos en dirección N con un 9,7% de eventos aproximadamente registrados con igual velocidad entre 1,6 y 3,3 m/s.

#### ➤ **Zonificación Climática**

El área de influencia se encuentra ubicada en una clasificación cálido- húmedo.

### 0.3.2.9.2 Calidad del aire

Con el fin de determinar la calidad del aire en la zona de estudio, previo al inicio del proyecto y dando cumplimiento a los términos de referencia HI – TER– 1– 03, se realizó caracterización de la calidad del aire en el área de influencia, por parte del laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A, durante 18 días entre el 26 de abril hasta el 14 de mayo de 2018, recolectando muestras cada 24 horas.

Para la realización del estudio de calidad del aire, se establecieron nueve (9) puntos de monitoreo representativos en el área, tomando en cuenta fuentes de emisión identificadas así como factores climáticos de la zona, en cada estación se determinaron las concentraciones de los siguientes compuestos: Partículas Suspendidas Totales (PST), Material Particulado menor a 10 micras (PM-10), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) mediante muestreos de 24 horas durante dieciocho (18) días; Ozono (O<sub>3</sub>) con mediciones de 8 horas durante ese mismo periodo de tiempo; Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HTC'S), Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's) y BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno) se realizaron durante una (1) hora continua en cada estación y finalmente el compuesto Material Particulado menor a 2.5 micras (PM-2.5) se determinó únicamente en cuatro (4) estaciones mediante muestreos de 24 horas durante dieciocho (18) días.

Los contaminantes enunciados fueron monitoreados aplicando los métodos establecidos por el código federal de regulaciones No. 40 parte 50 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en ingles), los cuales fueron adoptados en Colombia por la Resolución 2448 de 2010 del Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales – IDEAM, para el cumplimiento a los requisitos contemplados por el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, establecido por la Resolución 650 de 2010 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y modificado por la Resolución 2154 de 2010 – MAVDT.

Los resultados de las evaluaciones efectuadas fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, que lo reglamenta. En el Anexo 4.2.1 Calidad\_Aire, se presenta el informe del monitoreo de calidad de aire con los reportes, registro fotográfico. En la Tabla 0.63 se presentan los nombres de las estaciones de calidad del aire con su respectiva georreferenciación.

**Tabla 0.63 Ubicación estaciones calidad del aire**

ESTACIÓN NO.	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
		Norte	Este
1	Est 1 Parcela Loma Linda	918273,994	966874,392
2	Est 2 Granja El Triunfo	910954,404	966186,864
3	Est 3 Salón Comunal Santa Helena	923095,823	954054,194
4	Est 4 CDM	911529,410	958391,490
5	Est 5 Finca Galilea	919535,177	962117,367
6	Est 6 Base Militar Morelia	905989,711	958098,742
7	Est 7 Batería 4	912752,503	949562,829
8	Est 8 Finca Costa Rica	904005,818	960770,478
9	Est 9 Doña Chela	908508,836	967667,099

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

➤ **Partículas suspendidas totales (PST)**

Se pudo determinar que la estación que reporta la concentración diaria más alta de PST es la estación 8 con un valor de 141,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , obtenida el día 27 de abril de 2018, esto puede darse debido a que la estación se encuentra cercana a fuentes de emisión tales como el empleo de leña en viviendas aledañas y la quema ocasional de residuos. Por otro lado, la estación que reporta la media geométrica de PST más alta es la Estación 4 con un valor de 26,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cuyo resultado está asociado al tránsito continuo de vehículos en la vía de acceso a la bodega de materiales. Es importante resaltar que la Resolución 2254 de 2017 no establece límite permisible para este parámetro.

➤ **Material particulado menor a 10 Micras (PM-10)**

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que ninguna estación supera el límite normativo establecido para tiempos de exposición anual (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), el valor más alto se obtuvo en la Estación 4 con una media aritmética de 23,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 26,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por debajo del límite establecido en la Resolución 2254 de 2017. Este resultado se encuentra asociado posiblemente al tránsito continuo de vehículos de carga pesada en la vía que conduce a la bodega de materiales.

➤ **Material particulado menor a 2.5 Micras (PM 2.5)**

De acuerdo con los resultados se puede decir que ninguna estación supera el límite normativo de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para un tiempo de exposición anual, la estación que reporta la media aritmética más alta es la estación 2 con un valor de 4,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  encontrándose un 20,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por debajo del límite. Esta comparación se realiza de manera indicativa.

➤ **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y Azufre (SO<sub>2</sub>)**

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que ninguna de las nueve (9) estaciones superó el límite normativo de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (NO<sub>2</sub>) para tiempo de exposición anual (comparación indicativa), tampoco se superó en las estaciones 1,2, 4 y 7 en ninguno de los dieciocho (18) días de muestreo el límite normativo de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (SO<sub>2</sub>) para tiempo de exposición diario. No obstante, las estaciones 3,5, 6,8 y 9 excedieron en un día (Estaciones 3, 5,6 y 8) y en dos días (Estación 9) el límite normativo de SO<sub>2</sub> para tiempos de exposición de 24 horas. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

➤ **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Con respecto a los resultados presentados se puede decir que las concentraciones de ozono obtenidas en las nueve (9) estaciones no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 8 horas (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

➤ **Monóxido de Carbono (CO)**

El monitoreo de este parámetro se realizó teniendo en cuenta lecturas cada hora y cada ocho (8) horas, de acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que las concentraciones horarias de monóxido de carbono obtenidas en las nueve (9) estaciones no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 1 hora (35000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

➤ **HTC's**

Para este parámetro se evidencia que la estación que presentó las mayores concentraciones y variaciones durante los monitoreos realizados fue la 5, la cual tuvo valores que oscilaban entre los 19.1 y 65.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  donde el valor más alto se reportó el día 09 de mayo de 2018. Por otro lado, las estaciones 1, 2, 8 y 9 presentaron comportamientos similares, tanto en su variación como en la media aritmética. Finalmente, las estaciones 3, 4 y 6 presentaron también mayores variaciones y concentraciones más altas que las demás estaciones.

➤ **VOC's**

De acuerdo con los resultados de las concentraciones máximas, mínimas y medias de VOC's para las estaciones de monitoreo, donde se identifica que las concentraciones variaron entre 49,5 y 303.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo la estación 6 la que presentó en promedio los menores valores y la 5 los mayores. La concentración más alta de este contaminante se reportó el día 14 de mayo de 2018 en la estación 5 con un valor de 303,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por otro lado, se evidencia que la estación 7 tuvo mayores variaciones en sus concentraciones a lo largo de los 18 días de monitoreo.

➤ **BTEX**

Los resultados de las concentraciones máximas, mínimas y medias de BTEX para las estaciones de monitoreo, donde se evidencia que hubo una fuerte variación de las concentraciones a lo largo de los 18 días para las estaciones 1, 2, 3 y 7, sin embargo, los valores medios de las 9 estaciones fueron homogéneas.

### 0.3.2.9.3 Ruido

Para la medición de emisión de ruido en los dos horarios (diurno y nocturno) se realizó en siete (7) zonas de campo Rubiales, las cuales fueron: CPF-1, CPF-2, PAD-2, PAD-4, PAD-5, PAD-6 y PAD-7. En todas ellas se realizaron los correspondientes barridos para determinar los puntos en los cuales se iban a efectuar las mediciones.

A continuación, se presentan los puntos de monitoreo de ruido ambiental y de emisión de ruido con sus respectivas coordenadas (Tabla 0.64 y Tabla 0.65 respectivamente)

**Tabla 0.64 Puntos de medición de ruido ambiental**

PUNTO	NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
		NORTE	ESTE
1	RA-01	917882,53	955239,51
2	RA-02	912700,29	949550,46
3	RA-03	921050,30	953541,04
4	RA-04	919479,88	962126,60
5	RA-05	911445,70	958769,43
6	RA-06	906961,53	957551,76
7	RA-07	917882,53	955239,51
8	RA-08	908244,60	952868,30
9	RA-09	915631,41	961208,70
10	RA-10	912258,47	954675,30
11	RA-11	923326,62	959823,55



PUNTO	NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
		NORTE	ESTE
12	RA-12	911025,06	966162,20
13	RA-13	918267,85	966874,39
14	RA-14	908441,26	967676,33
15	RA-15	914771,89	967996,26
16	RA-16	908804,64	945166,78

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (CIMA, 2018)

**Tabla 0.65 Puntos de medición de Emisión de ruido**

PUNTO	FRENTE DE TRABAJO	COSTADO	COORDENADAS PLANAS ORIGEN CENTRAL	
			Norte	Este
1	CPF-1	Norte	912953,581	959529,110
		Occidente 1	913309,622	960189,551
		Occidente 2	913208,174	960386,980
		Occidente 3	913158,994	960467,182
		Oriente	912919,602	959982,662
		Sur	913048,366	960578,213
2	CPF-2	Nororiente	909550,417	958855,018
		Sur	909599,518	958963,035
		Norte	909439,754	959046,278
		Suroccidente	910379,721	958988,051
		Suroriente	909971,370	958552,810
3	PAD-2	Oriente	917002,987	965001,149
		Sur	916870,910	964985,673
		Norte	917064,469	964871,587
		Occidente 1	917009,199	964816,031
		Occidente 2	916913,973	964825,251
4	PAD-4	Oriente	907409,995	957561,214
		Norte	907471,473	957459,413
		Sur	907345,502	957530,329
		Occidente	907370,136	957394,570
5	PAD-5	Sur	918856,165	955455,938
		Oriente	918902,158	955631,822
		Norte 1	918988,198	955563,986
		Norte 2	918997,406	955579,416
		Norte 3	919000,451	955638,039
		Occidente	918994,390	955462,173
6	PAD-6	Occidente	915406,935	970443,178
		Norte	915431,485	970517,235
		Oriente	915336,270	970495,608
		Sur	915336,288	970436,986
7	PAD-7	Norte	920056,296	964881,955
		Occidente	919951,842	964925,109
		Sur	920111,538	965011,555
		Oriente	920139,165	965060,929

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A by WSP, 2018) Datos de monitoreo (CIMA, 2018)

Las mediciones en horario diurno en jornada hábil se ejecutaron entre los días 29 de abril y 8 de mayo de 2018,

dentro de los horarios establecidos en el Artículo 2 de la Resolución 0627 del 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En cuanto a la jornada de monitoreo en día no hábil diurno y nocturno se realizó el 29 de abril y el 06 de mayo llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en dieciséis (16) puntos.

De acuerdo con los resultados y análisis realizados del monitoreo de ruido ambiental se puede concluir que:

- El punto con mayor nivel de presión sonora en horario diurno día hábil, en el marco de ruido ambiental es el punto 8, con un nivel de presión sonora de 82,4 dBA. La principal fuente de ruido en este punto se encuentra asociada al tráfico constante de vehículos y a la planta eléctrica ubicada cerca del punto.
- El punto con mayor nivel de presión sonora en horario nocturno día hábil, es el punto 2, con un nivel de ruido de 68,4 dBA, Las principales fuentes de ruido en este punto se encuentran asociadas a la planta eléctrica ubicada cerca del punto.
- Los puntos con mayor nivel de presión sonora en horario diurno día no hábil, son el punto 2 y el punto 5, con un nivel de ruido de 65,3 dBA, las principales fuentes de ruido en estos puntos se encuentran asociadas al generador ubicado a aproximadamente 50 m del punto 2 y al tránsito de vehículos pesados y livianos cerca del punto 5.
- El punto con mayor nivel de presión sonora en horario nocturno día no hábil, es el punto 2, con un nivel de ruido de 75,9 dBA, las principales fuentes de ruido en este punto se encuentran asociadas al generador ubicado a aproximadamente 50 m del punto.
- Durante las mediciones en la jornada diurna día hábil, solo los puntos ubicados 2, 8 y 12 superaron el límite normativo, que para este sector sería de 75 dBA.
- Durante las mediciones en la jornada nocturna día hábil ninguno de los puntos medidos superó la norma que para una zona industrial tiene un límite normativo de 70 dBA.
- Durante las mediciones en la jornada diurna día no hábil ninguno de los puntos medidos superó la norma que para una zona industrial tiene un límite normativo de 75 dBA.
- Durante las mediciones en la jornada nocturna día no hábil solo los puntos 2 y 8, superaron el límite máximo permisible establecido en la resolución 627 de 2006, que para este caso es de 70 dBA.

De acuerdo con los resultados y análisis realizados del monitoreo de emisión de ruido se puede concluir que:

- Las siete zonas que fueron objeto de estudio de emisión de ruido dentro del campo Rubiales fueron: CPF-1, CPF-2, PAD-2, PAD-4, PAD-5, PAD-6 y PAD-7. A cada una de ellas se les realizó el barrido correspondiente y se determinaron los puntos de emisión de ruido a monitorear para los horarios diurno y nocturno, obteniéndose como resultado el siguiente número de puntos en el perímetro de cada área: Para el CPF-1 se evaluaron seis (6) puntos; en el CPF-2 se midieron cinco (5) puntos; en el PAD-2 los puntos analizados fueron cinco (5); en el PAD-4 se evaluaron cuatro (4) puntos; en el PAD-5 se hizo la medición en seis (6) puntos; en el PAD-6 se midió la emisión de ruido en cuatro (4) puntos; y en el PAD-7 se evaluó el aporte de ruido en cuatro (4) puntos.
- Teniendo en cuenta la ubicación de los puntos de emisión de ruido que eran objeto de estudio, se compararon los resultados obtenidos frente a los estándares máximos permisibles establecidos en la resolución 627 del 2006 correspondientes al sector C para las zonas industriales, el cual presenta límites de 75 dBA tanto para el horario diurno como para el horario nocturno.
- A partir de los resultados obtenidos se pudo establecer que en ninguna de las zonas de estudio se obtuvieron valores que sobrepasaran el estándar máximo permisible, ni para el horario diurno ni tampoco para el horario nocturno, por lo tanto, se puede concluir que el ruido generado en los CPF-1

y 2 y los PAD-2,4,5,6 y 7 se ajusta a los lineamientos normativos establecidos en la resolución 627 del 2006

### 0.3.3 MEDIO BIÓTICO

La caracterización del medio biótico se efectúa teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial actual, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en los términos de referencia HI-TER-1-03 y la metodología general para la presentación de estudios ambientales (adoptada mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010).

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

##### 0.3.3.1.1 Zonas de vida

De acuerdo al mapa de formaciones vegetales del (IGAC, 1963), el cual se encuentra elaborado a escala 1:500.000, y los parámetros bioclimáticos se observan en la **Tabla 0-66**, se define que el área de influencia físico-biótica del proyecto se encuentra sobre la formación vegetal de bosque húmedo tropical (bh-T) presentando en el área de estudio temperatura media entre 22.2 y 38.2°C, con una media de 31.5°C.

**Tabla 0-66 Parámetros bioclimáticas del Bosque Húmedo Tropical (bh-T)**

<u>L.R Holdridge (1979)</u>		<u>Valores promedio para el área del proyecto</u>
<u>PARÁMETRO</u>	<u>VALOR</u>	
<u>Temperatura media anual</u>	<u>&gt; 24 °C</u>	<u>26.2°C</u>
<u>Precipitación media anual</u>	<u>2.000 – 4.000 mm</u>	<u>2.159 – 2.200 mm</u>
<u>Rango Altitudinal</u>	<u>0 - 1000 msnm</u>	<u>180 msnm</u>

Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2019)

##### 0.3.3.1.2 Biomas

Para la identificación de biomas a la escala del estudio se tomó como referencia la información del mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia IDEAM, 2007. Una vez revisada esta información, se tomó como insumo la información temática elaboradas para el proyecto a escala 1:10.000, específicamente se usaron los mapas de geomorfología, suelos y zonificación climática, siendo también la imagen usada para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra un insumo importante para la delimitación de los biomas. Es importante aclarar que si bien el IDEAM realizó una actualización al mapa de ecosistemas en el 2017, este no cuenta con una guía metodológica para la elaboración del mismo, por lo tanto para el presente estudio se aplicará la metodología del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia elaborado por IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, SINCHI, y IAP.. 2007

Inicialmente, se identificó que, de acuerdo con el mapa de zonificación climática del Proyecto, el 100% del área de influencia físico - biótica presenta un único clima que corresponde a Cálido húmedo. Posteriormente, se cruzó este mapa con la capa de geomorfología (Ver anexo cartográfico), la cual permitió diferenciar dos biomas: el peinobioma asociado a Lomerío moderadamente disectado, Lomerío muy disectado, Lomerío poco disectado y Superficies plano-onduladas) el helobioma asociado a formas de la tierra como vegas, plano de inundación y cuerpos de agua. Seguidamente, para confirmar la delimitación de las zonas de helobioma se utilizó el mapa de suelos elaborado para el Proyecto (Ver anexo cartográfico), verificando la presencia de suelos cuya taxonomía indicara un régimen acuico (Oxyaquic). Finalmente, y entendiendo que el proceso de definición de

biomas debe ser coherente con la información primaria tomada en campo, se consideró necesario revisar la delimitación del helobioma, con base en la imagen usada para la delimitación de coberturas y los puntos de control de estas en campo, la cual permite diferenciar zonas de anegamiento, que en la cartografía del Proyecto a escala 1:10.000 no hubieran sido fácilmente identificables.

Como resultado final del ejercicio de delimitación de biomas, se determinó que dentro del área de influencia físico-biótica del proyecto se encontraron dos biomas: Peinobioma de la Amazonia – Orinoquia abarca el 69,58% del total del área de influencia físico-biótica y Helobioma de la Amazonia - Orinoquia se encuentra en menores proporciones en con un 30,42% del área de influencia físico-biótica.

### 0.3.3.1.3 Cobertura de la tierra

Se elaboro el mapa de coberturas de la tierra con base en la metodología Corine Land Cover 2010 adaptada para Colombia, a una escala 1:10.000 y el empleo de un ortofotomosaico obtenido de la Fuerza Aérea Colombiana, que presenta una resolución espacial de 30 cm y con captura en Mayo - Julio de 2017, adicionalmente se apoyó la interpretación de un sector del área de influencia con el ortofotomosaico obtenido mediante RPAS tipo Dron con resolución espacial de 5 cm por pixel y fecha de captura Abril de 2019.

continuación, se detalla el área que representa cada una de las 23 unidades de cobertura cartografiada identificadas en el área de influencia físico-biótica del proyecto. La distribución porcentual (%) y en área (ha) de las unidades de cobertura de la tierra identificadas se detalla en la Tabla 0-67 se muestra el mapa de coberturas de la tierra para el área de influencia físico-biótica del proyecto (Anexo 3.2 Coberturas)

**Tabla 0-67 Coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica**

<u>Coberturas de la tierra</u>	<u>Área (ha)</u>	<u>Área (%)</u>
<u>1.1.1 Tejido urbano continuo</u>	<u>13,47</u>	<u>0,06</u>
<u>1.1.2 Tejido urbano discontinuo</u>	<u>4,12</u>	<u>0,02</u>
<u>1.2.2.1 Red vial y territorios asociados</u>	<u>200,74</u>	<u>0,9</u>
<u>1.2.4.1 Aeropuerto con infraestructura asociada</u>	<u>26,18</u>	<u>0,12</u>
<u>1.2.4.2 Aeropuerto sin infraestructura asociada</u>	<u>0,29</u>	<u>0,01</u>
<u>1.3.1.2 Explotación de hidrocarburos</u>	<u>406,56</u>	<u>1,82</u>
<u>1.4.2.2 Áreas deportivas</u>	<u>0,96</u>	<u>0,01</u>
<u>2.2.3.2 Palma de aceite</u>	<u>199,48</u>	<u>0,89</u>
<u>2.3.1 Pastos limpios</u>	<u>567,44</u>	<u>2,54</u>
<u>2.4.1 Mosaico de cultivos</u>	<u>6,11</u>	<u>0,03</u>
<u>3.1.1.1.2.3 Palmares</u>	<u>334,31</u>	<u>1,5</u>
<u>3.1.4 Bosque de galería y/o ripario</u>	<u>4225,84</u>	<u>18,94</u>
<u>3.1.5.2 Plantación de latifoliadas</u>	<u>1038,47</u>	<u>4,65</u>
<u>3.2.1.1.1.1 Herbazal denso de tierra firme no arbolado</u>	<u>8740,69</u>	<u>39,18</u>
<u>3.2.1.1.1.3 Herbazal denso de tierra firme con arbustos</u>	<u>4495,8</u>	<u>20,15</u>



<u>Coberturas de la tierra</u>	<u>Área (ha)</u>	<u>Área (%)</u>
<u>3.2.1.1.2.1 Herbazal denso inundable no arbolado</u>	<u>820,19</u>	<u>3,68</u>
<u>3.2.1.2.1 Herbazal abierto arenoso</u>	<u>3</u>	<u>0,02</u>
<u>3.2.3.1 Vegetación secundaria alta</u>	<u>31,89</u>	<u>0,14</u>
<u>3.2.3.2 Vegetación secundaria baja</u>	<u>865,01</u>	<u>3,88</u>
<u>3.3.3 Tierras desnudas y degradadas</u>	<u>177,73</u>	<u>0,8</u>
<u>5.1.1 Ríos (50 m)</u>	<u>133,54</u>	<u>0,6</u>
<u>5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales</u>	<u>16,02</u>	<u>0,07</u>
<u>5.1.4 Cuerpos de agua artificiales</u>	<u>0,91</u>	<u>0,1</u>
<u>Total</u>	<u>22308,75</u>	<u>100</u>

Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2019)

### 0.3.3.2 Ecosistemas terrestres

Con base en los biomas identificados y delimitados, se realizó un último cruce de estos con el mapa de coberturas de la tierra, escala 1:10.000 para obtener el mapa de ecosistemas dentro del área de influencia físico-biótica del Proyecto. Se observa en la **Tabla 0-68** un total de 38 ecosistemas, en donde 17 se ubican en el Helobioma y 21 en el Peinobioma.

**Tabla 0-68 Ecosistemas del área de influencia físico-biótica del proyecto**

<u>Bioma</u>	<u>Ecosistema</u>	<u>Área (ha)</u>	<u>Área (%)</u>
<b>Helobioma de la Amazonia - Orinoquia</b>	<u>Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>2701,79</u>	<u>12,11</u>
	<u>Explotación de hidrocarburos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>16,15</u>	<u>0,07</u>
	<u>Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>704,55</u>	<u>3,16</u>
	<u>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>1603,81</u>	<u>7,19</u>
	<u>Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>761,08</u>	<u>3,41</u>
	<u>Lagunas, lagos y ciénagas naturales del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>16,02</u>	<u>0,07</u>
	<u>Mosaico de cultivos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>6,11</u>	<u>0,03</u>
	<u>Palma de aceite del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>10,49</u>	<u>0,05</u>
	<u>Palmares del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>334,31</u>	<u>1,50</u>
	<u>Pastos limpios del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>150,41</u>	<u>0,67</u>
	<u>Plantación de latifoliadas del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>143,52</u>	<u>0,64</u>
	<u>Red vial y territorios asociados del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>4,93</u>	<u>0,02</u>
	<u>Ríos (50 m) del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>133,54</u>	<u>0,60</u>
	<u>Tejido urbano discontinuo del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>0,99</u>	<u>0,01</u>
<u>Tierras desnudas y degradadas del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>1,13</u>	<u>0,01</u>	
<u>Vegetación secundaria baja del Helobioma de la Amazonía - Orinoquia</u>	<u>197,51</u>	<u>0,89</u>	



<u>Bioma</u>	<u>Ecosistema</u>	<u>Área (ha)</u>	<u>Área (%)</u>
<b>Total Helobioma de la Amazonia -Orinoquía</b>		<b>6786,33</b>	<b>30,42</b>
<b>Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</b>	<u>Aeropuerto con infraestructura asociada del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	26,18	0,12
	<u>Aeropuerto sin infraestructura asociada del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	0,29	0,01
	<u>Áreas deportivas del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	0,96	0,00
	<u>Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	1524,05	6,83
	<u>Cuerpos de agua artificiales del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	0,91	0,00
	<u>Explotación de hidrocarburos del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	390,41	1,75
	<u>Herbazal abierto arenoso del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	3,00	0,01
	<u>Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	3791,26	16,99
	<u>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	7136,88	31,99
	<u>Herbazal denso inundable no arbolado del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	59,11	0,26
	<u>Palma de aceite del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	188,99	0,85
	<u>Pastos limpios del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	417,03	1,87
	<u>Plantación de latifoliadas del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	894,95	4,01
	<u>Red vial y territorios asociados del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	195,80	0,88
	<u>Tejido urbano continuo del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	13,47	0,06
	<u>Tejido urbano discontinuo del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	3,13	0,01
	<u>Tierras desnudas y degradadas del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	176,59	0,79
	<u>Vegetación secundaria alta del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	31,89	0,14
	<u>Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	667,50	2,99
<u>Total, Peinobioma de la Amazonia - Orinoquía</u>	<u>15522,41</u>	<u>69,58</u>	
<b>Total, general</b>		<b>22308,75</b>	<b>100</b>

Fuente: (Consultoría Colombiana by WSP, 2019)

### 0.3.3.2.1 Flora

La composición florística y el análisis estructural de la vegetación del área de influencia físico – biótica, se realizó mediante la caracterización de los ecosistemas Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonia – Orinoquía, Bosque de galería y/o ripario de le Peinobioma de la Amazonia – Orinoquía, Palmares del Helobioma de la Amazonia – Orinoquía, Vegetación secundaria baja Helobioma de la Amazonia – Orinoquía, Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonia – Orinoquía, Vegetación secundaria alta del Peinobioma de la Amazonia – Orinoquía, Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonia – Orinoquía y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonia – Orinoquía. Para la caracterización de los ecosistemas anteriormente mencionados se emplearon 114 parcelas, las cuales varían en tamaño en función del ecosistema objeto de caracterización.



Para realizar la caracterización florística de los ecosistemas y que fuera representativo para la totalidad del área de influencia, se realizó un muestreo estratificado al azar, obteniendo el promedio de volumen para cada ecosistema inventariado bajo una probabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 15%, de acuerdo a lo descrito en Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental proyectos de explotación de hidrocarburos HI-TER-1-03 y la guía metodológica para la presentación de estudios ambientales.

- **Fragmentación y conectividad ecológica**

En el desarrollo del proyecto se plantea la ejecución de obras y actividades, cuya área de intervención afecta coberturas tanto naturales como antrópicas. Por lo tanto para aquellas coberturas vegetales naturales, se realizó el análisis de fragmentación y conectividad, con base en la metodología propuesta por (Córdoba D., 2016).

En este contexto se realizó mediante la implementación de software Fragstat, para las coberturas naturales identificadas, los siguientes análisis teniendo en cuenta escenario actual y escenario futuro:

- configuración del paisaje: mediante el cálculo de los índices índice de área (CA), Número de Parches (NP), Área núcleo efectiva (TCA), Índice del parche más grande (LPI), El índice de configuración de la distancia media euclidiana (ENN\_MN), y finalmente el índice de COHESIÓN
- Integridad Ecosistémica: calculado en fragstat para cada parche de cada cobertura natural identificada, encontrando que de 1996 parches identificados, 1954 tienen integridad muy baja en el escenario actual. Para el escenario futuro de 2348 parches, 2303 presentan integridad muy baja.
- Conectividad estructural: Calculado en fragstat para los 1996 parches del escenario actual y 2348 del escenario futuro. Según los resultados, se mantiene la tendencia con un porcentaje alto que arroja valores de muy alta conectividad.

Finalmente, como complemento de estos análisis se planteo el de conectividad sistémica. Para este se tomaron dos especies de importancia ecológica muy alta, como el Oso Palmero (*Myrmecophaga tridactyla*) y el Mono Aullador (*Alouatta seniculus*). Se consideró el rango de acción de estas especies dentro del área de influencia, verificando el escenario actual y el escenario futuro. Dado el análisis realizado, se concluyó que la intervención del proyecto sobre las coberturas naturales no es relevante en términos de fragmentación y/o pérdida de conectividad ecosistémica.

#### **0.3.3.2.2 Fauna**

Como producto de la caracterización de los principales grupos faunísticos (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos), se registró un gran número de especies propias de la Subregión de los Llanos y Cueca del Río Orinoco, entre ellas: 53 especies de mamíferos, 197 de aves, 21 de anfibios y 22 de reptiles.

Para el grupo de mamíferos se lograron registros de especies en todos los grupos (Voladores, pequeños terrestres, medianos y grandes), distribuidas en 10 ordenes, 21 familias y 53 especies. De dichas especies, el orden Chiroptera (mamíferos voladores) fue el que evidenció una mayor riqueza, seguido de los órdenes Rodentia (roedores) y Carnivora (carnívoros). Teniendo en cuenta el tipo de cobertura a la cual se encontraban asociadas las diferentes especies, se concluyó que la cobertura natural con mayor complejidad florística y estructural (Bosques), presentaron la mayor riqueza de especies con 33 taxones registrados, gracias a la gran

oferta de recursos, hábitats, y microhábitats disponibles. Como especies migratorias se registraron dos murciélagos que efectúan movimientos locales y migraciones altitudinales como respuesta a cambios en la disponibilidad de recursos (*Artibeus phaeotis* y *Phyllostomus hastatus*). Así mismo, fue registrada una sola especie endémica: la “Rata espinosa” (*Proechimys oconnelli*) que se distribuye desde el costado oriental de la Cordillera Oriental, en los ríos Meta y Guaviare. En cuanto a las categorías de amenaza determinadas a nivel nacional y global, se reportó la presencia de cuatro (4) especies de mamíferos bajo las categorías de “Vulnerable” (VU), “En Peligro Crítico” (CR) o “En Peligro” (EN), debido al deterioro de su hábitat natural y reducido tamaño poblacional, entre ellas: “la Nutria” (*Lontra longicaudis*), el “Venado coliblanco” (*Odocoileus virginianus*), “el Ocarro” (*Priodontes maximus*) y “la Danta” (*Tapirus terrestris*).

Para el grupo aves se registró un total de 197 especies de aves organizadas en 23 órdenes y 49 familias, representando así, un 54,12% del total de las especies potenciales para la zona, de los cuales 46 taxones (133 individuos) fueron capturados con redes de niebla, 189 taxones (1829 individuos) fueron registrados de forma directa mediante recorridos de observación visual/ auditiva. El orden con mayor riqueza fue los Passeriformes con 104 taxas y dentro de este, las familias más representativas las constituyen Tyrannidae y Thraupidae con 28 y 19 taxas respectivamente. Para el área de influencia, las aves muestran mayor riqueza en las áreas de bosques (155 especies) y vegetación herbácea y arbustiva (110 especies). Del total de las especies registradas, una (1) se encuentra en estado Vulnerable (VU) (*Ramphastus tucanus*) según los listados de la UICN 2017, una (1) en el Apéndice I (*Jabiru mycteria*), 27 en el Apéndice II del CITES y cuatro (4) especies casi endémicas (*Phaethornis anthophilus*, *Picumnus pumilus*, *Forpus conspicillatus*, *Myrmotherula cherrieri*). Así mismo, se registran 11 especies migratorias, de la cuales tres (3) son Invernantes No Reproductivas (INR) y ocho (8) corresponden a especies Invernantes con Poblaciones Reproductivas Permanentes (IPRP).

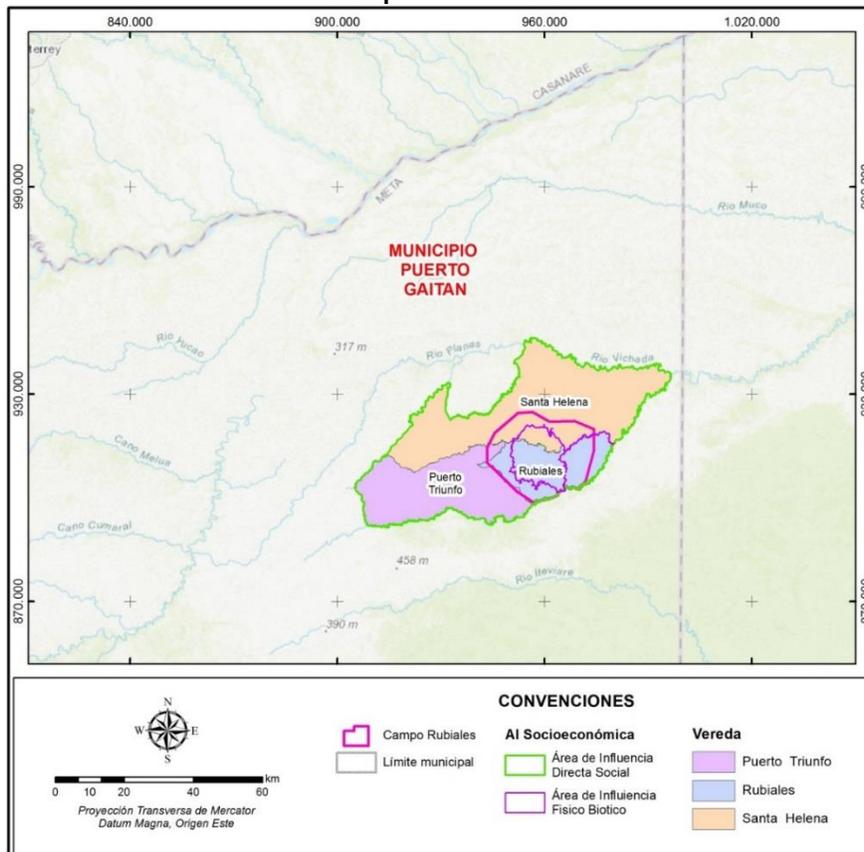
Con respecto a la herpetofauna (Anfibios y Reptiles), fueron registradas 21 especies de anuros y 22 de reptiles, siendo la familia de ranas Leptodactylidae y la de serpientes no venenosas Colubridae, las de mayor riqueza en el área de estudio. Así como los mamíferos, la mayor parte de los herpetos registrados, estuvieron asociados a la cobertura de Bosques ya que usan este hábitat como zona de desplazamiento, nidificación, fuente de alimento y refugio. Como especies incluidas bajo las categorías de amenaza estuvieron “la tortuga Morrocoy” (*Chelonoidis denticulata*) y “la Charapa” (*Podocnemis vogli*) fuertemente amenazadas por la caza tanto para usarlas como mascotas como para el consumo.

### 0.3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

#### 0.3.4.1 Áreas de influencia socioeconómica

Para el Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de la licencia ambiental de Campo Rubiales, se identificaron dos Área de Influencia en el componente socioeconómico: 1) Área de Influencia Indirecta (All) y Área de Influencia Directa (AID). El área de Influencia Indirecta está circunscrita al municipio de Puerto Gaitán, mientras que el Área de Influencia Directa la componen las veredas de Rubiales, Santa Helena y Puerto Triunfo.

Figura 0.27 Área de Influencia Directa del Campo Rubiales



Fuente: (WSP, 2018)

### 0.3.4.2 Lineamientos de participación

El proceso de aplicación de los lineamientos de participación para el Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de la licencia ambiental de Campo Rubiales se fundamentó en tres momentos; 1) Información de la modificación de licencia para el Campo Rubiales; 2) Información del Taller de identificación de impactos y medidas de manejo y 3) Presentación de Resultados del EIA.

En la Tabla 0.69, se muestran los diferentes espacios de información y participación que se llevaron a cabo en los diferentes momentos del proceso de aplicación de lineamientos de participación.

Tabla 0.69 Proceso de aplicación de lineamientos de participación

PRIMER MOMENTO: INFORMACIÓN DE MODIFICACIÓN DE LICENCIA DE CAMPO RUBIALES			
UNIDAD TERRITORIAL	LUGAR	FECHA Y HORA	No. DE ASISTENTES
Autoridades municipales de Puerto Gaitán	Alcaldía de Puerto Gaitán	28/09/2018 3:00 pm	5 personas de la administración y concejales del municipio
Vereda Rubiales	Salón Comunal vereda Rubiales	03/10/2018	



Vereda Puerto Triunfo	Salón Comunal vereda Puerto Triunfo	07/10/2018	
Vereda Santa Helena	no fue posible reunirse en ese momento a pesar de que los funcionarios de la empresa Ecopetrol S.A. y todo el tema logístico y de convocatoria se surtió		
<b>SEGUNDO MOMENTO: TALLER DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y MEDIDAS DE MANEJO</b>			
UNIDAD TERRITORIAL	LUGAR	FECHA Y HORA	No. DE ASISTENTES
Autoridades municipales de Puerto Gaitán	Alcaldía de Puerto Gaitán	15/11/2018 3:00 pm	10 personas; 8 de la administración municipal y concejales del municipio, y 2 miembros de la comunidad
Vereda Rubiales	Salón Comunal Vereda Rubiales	17/11/2018 2:00 pm. a 6:30 pm	60 personas
Vereda Puerto Triunfo	Salón Comunal Vereda Puerto Triunfo	17/11/2018 8:00 am a 12:00 m	40 personas
Vereda Santa Helena	Salón Comunal Vereda Santa Helena	18/11/2018 9:00 am a 12:00 m	35 personas
<b>TERCER MOMENTO: ENTREGA DE RESULTADOS</b>			
UNIDAD TERRITORIAL	LUGAR	FECHA Y HORA	No. DE ASISTENTES
Autoridades municipales de Puerto Gaitán	Alcaldía de Puerto Gaitán	12/12/2018 3:00 pm	7 personas de la administración municipal, concejo y Asojuntas
Vereda Rubiales	Salón Comunal Vereda Rubiales	15/12/2018 3:00 pm	50 personas
Vereda Puerto Triunfo	Salón Comunal Vereda Puerto Triunfo	15/12/2018 9:00 am	10 personas
Vereda Santa Helena	Salón Comunal Vereda Santa Helena	16/12/2018 1:00 pm	70 personas

### 0.3.4.3 Dimensión demográfica

Tabla 0.70 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión demográfica.

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Dinámica de poblamiento	Investigación y recolección de información secundaria oficial de diferentes entidades, entre las cuales se encuentra el Plan de Desarrollo Municipal de Puerto Gaitán 2016 – 2019, Base de datos del Sisbén y Censo poblacional del DANE de 2005  Recolección en	<b>Área de influencia indirecta:</b>  El espacio geográfico que hoy corresponde al municipio de Puerto Gaitán fue colonizado principalmente por población proveniente de diversas regiones del país, quienes se internaron en una zona casi desconocida hasta ese momento, con el fin de buscar mejores condiciones de vida, atraídos por las bonanzas económicas, el cultivo de caucho y quina o huyendo de la violencia partidista que azotaba al país en décadas anteriores.  Es importante reseñar que las características poblacionales del municipio de Puerto Gaitán están en gran parte, definidas por la existencia de diferentes comunidades indígenas, históricamente asentadas a lo largo del departamento. Actualmente, en el municipio existen más de 20 Resguardos organizados.  Puerto Gaitán ha tenido diferentes factores que han propiciado la llegada de población foránea a establecerse en su territorio, entre otros la ampliación de la frontera agrícola, la creación de fincas productoras de palma de aceite,

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS								
	campo de información primaria con las comunidades del Área de estudio directa.	<p>arroz, caucho y la producción de hidrocarburos.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>Las veredas del AID guardan en común las características de poblamiento que se han presentado históricamente, inicialmente con la ampliación de la frontera agrícola, situación que en parte explica las grandes extensiones de sabana que predominan y configuran las condiciones físicas actuales, pero esta actividad productiva sistemáticamente fue siendo reemplazada por la ganadería, la cual se ajusta al clima y características de la región y encaja mucho más con la cultura llanera.</p> <p>El surgimiento y configuración de cada una de las veredas presenta una tendencia histórica similar, han sido fundadas generalmente a raíz del establecimiento de una hacienda agrícola, la cual a partir de sus actividades productivas fue facilitando el asentamiento de las familias de los trabajadores y posteriormente, tras lograr algunos niveles de cohesión social, fueron conformándose como unidades territoriales con sus respectivas Juntas de Acción Comunal. En este proceso adquiere importancia el establecimiento de algunas escuelas veredales como unidad de convergencia social, de intereses colectivos en aras de la consecución de objetivos comunes.</p>								
Población asentada y estructura poblacional		<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>Los datos establecidos en el base de datos del SISBEN difieren en gran medida con los del censo poblacional del DANE del 2005. De manera que, para el SISBEN, Puerto Gaitán tiene una población de 27499 personas (10881 en área rural y 17714 en la urbana), mientras que para el DANE el municipio tiene 18792 personas (7911 urbanas y 9785 rurales).</p> <p>La población por sexo, según el SISBEN es de 15407 hombres y 12092 mujeres; en el DANE se encuentran 9636 hombres y 9076 mujeres.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>La población total dentro del área de influencia directa es de 3.202 habitantes, donde 980 son de Rubiales, 2.000 de Puerto Triunfo y 222 de Santa Helena. La densidad poblacional es la siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="808 1501 1203 1661"> <thead> <tr> <th>VEREDA</th> <th>DENSIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rubiales</td> <td>2.28 hab/Km 2</td> </tr> <tr> <td>Puerto Triunfo</td> <td>1.41 Hab / Km 2</td> </tr> <tr> <td>Santa Helena</td> <td>0.58 Hab / Km 2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Las veredas Puerto Triunfo y Rubiales cuentan con los centros poblados El Porvenir y El Oasis, respectivamente.</p>	VEREDA	DENSIDAD	Rubiales	2.28 hab/Km 2	Puerto Triunfo	1.41 Hab / Km 2	Santa Helena	0.58 Hab / Km 2
VEREDA	DENSIDAD									
Rubiales	2.28 hab/Km 2									
Puerto Triunfo	1.41 Hab / Km 2									
Santa Helena	0.58 Hab / Km 2									

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.3.4.4 Dimensión espacial

**Tabla 0.71 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión espacial**

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<p>Servicios públicos</p>	<p>Como fuente de información se tomará la oficial emitida por el municipio, contenida en el Plan de Desarrollo Municipal “Voluntad Para El Progreso” 2016-2019 y en la base de Datos del SISBEN de Puerto Gaitán</p> <p>Investigación y recolección de información secundaria oficial de autoridades, entidades y estudios ambientales previos</p> <p>Recolección en campo de información primaria con las comunidades del Área de estudio directa.</p>	<p><b>Área de influencia indirecta</b></p> <p>El municipio de Puerto Gaitán ha mejorado ostensiblemente la cobertura de servicios públicos en los años recientes, esto a pesar de los problemas de infraestructura con los que aun cuenta, en parte debido al crecimiento poblacional que ha tenido en los últimos años y por la baja destinación de recursos para fortalecer estas necesidades.</p> <p>El porcentaje de cobertura del servicio de acueducto en el área urbana del municipio es del 100% según el PDM. en el sector rural algunos centros poblados cuentan con acueductos veredales</p> <p>La cobertura general en alcantarillado para el municipio alcanza el 54,5%, siendo mayor ésta en la cabecera municipal, donde llega al 100% de las viviendas según el PDM. En la zona rural esta cobertura es escasa en parte por la gran dispersión poblacional y las dificultades técnicas que presupone las grandes distancias para la instalación de redes, por lo cual en gran parte de las fincas hacen uso de pozos sépticos.</p> <p>El PDM menciona que la recolección de residuos sólidos se realiza en la cabecera municipal con una cobertura de 91.6% con 1783 usuarios. El servicio de recolección de basuras en las áreas rurales del municipio, así como en los resguardos indígenas localizados en Puerto Gaitán, no tiene cobertura, razón por la cual el manejo de los mismos generalmente se hace a través de la disposición en fosos para su posterior quema, en menor proporción se disponen al aire libre sin ningún tipo de manejo posterior.</p> <p>El servicio de energía reportó una cobertura del 95% en el área urbana. Existe también cobertura en algunos centros poblados del municipio y algunas veredas, en donde se encuentran 1454 suscriptores según la superintendencia de Servicios Públicos.</p> <p>Según el PDM 2016 – 2019, Puerto Gaitán cuenta con 1187 suscriptores para el servicio de gas natural domiciliario, siendo 449 del estrato uno (1), 728 de estrato dos (2) y 10 del estrato tres (3).</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>En las veredas del AID el agua se capta mediante el bombeo desde nacimientos, generalmente en morichales cercanos a las viviendas. Otra fuente común es la utilización de agua subterránea, para la cual construyen pozos o aljibes artesanales, y almacenan el agua en tanques elevados, desde donde se distribuye a toda la vivienda. En la vereda Rubiales se cuenta con un pozo profundo comunal, que además tiene sistema de distribución, captación, tratamiento y almacenamiento. El 70% de la población se surte de ese acueducto.</p> <p>En las veredas del AID no existen redes de alcantarillado. Estas veredas carecen de todo tipo de tratamiento para las aguas servidas o residuales. Aunque existen predios que utilizan soluciones individuales como pozos sépticos o letrinas aún se realizan vertimiento en forma directa.</p> <p>Las Veredas Rubiales y Santa Helena no cuentan con servicio público de</p>

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
		<p>energía eléctrica, según lo reportado en las fichas veredales son utilizadas las plantas de energía solar o paneles solares y las plantas eléctricas La disposición de residuos sólidos en las veredas del área de influencia directa no es la adecuada por las condiciones de dispersión de los predios; no existe un sistema de recolección de basuras, por lo cual en su mayoría realizan quema de dichos residuos.</p>
Servicios sociales		<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>Puerto Gaitán cuenta con un total de 83 establecimientos consolidados en 6 centros educativos del municipio. El total de estudiantes en dichas sedes es de 8526 habitantes.</p> <p>En lo referente a la prestación del servicio de salud, en el municipio de Puerto Gaitán estos se prestan a través de un hospital local, dependiente de la E.S.E departamental, algunas otras IPS localizadas en la cabecera municipal solamente cuentan con atención de Nivel I, lo cual no garantiza una prestación muy eficiente de los servicios de salud debido a las limitantes que esto presupone, para atención especializada es necesario trasladarse hasta Villavicencio donde se encuentra mayor oferta en este sentido.</p> <p>Existe un déficit de unidades de vivienda, baja calidad de la misma aunado al alto costo de vida del municipio, lo cual encarece el costo de la finca raíz y por supuesto el arriendo de la misma. En el censo poblacional del DANE del 2005, se reportó que el 85,2% de las viviendas en el municipio son casa, el 9,5% apartamentos y el 5,3% corresponde a cuartos.</p> <p>Aproximadamente el 90% de las vías del municipio se encuentran en material afirmado, circunstancia que hace que la calidad de las mismas no sea la mejor, en parte, por el alto tráfico de vehículos pesados (transporte de crudo principalmente).</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>En el AID en cuanto a educación, se tiene que en la vereda Santa Helena existe infraestructura educativa en buen estado. La vereda Puerto Triunfo cuenta con un centro educativo que presta servicio a 103 niños desde preescolar hasta quinto de primaria. En la vereda Rubiales se cuenta con servicio de primaria, bachillerato e internado. Cuenta con 300 alumnos matriculados y el estado de la infraestructura es regular.</p> <p>En ninguna de las veredas del AID existe infraestructura asociada al servicio de salud, sin embargo, la población puede asistir al centro de salud de Campo Rubiales, que presta servicio de primeros auxilios. Para otros servicios de salud, la población se dirige a la cabecera municipal de Puerto Gaitán.</p> <p>las características de las viviendas que predominan en las veredas del AID son deficientes, debido a la misma cultura, construcción y adecuación de las mismas. Para el caso de los grandes terrenos o fincas, por la especificidad de este tipo de predios generalmente los propietarios no residen en el área, razón por la cual no se convierte en una prioridad para ellos el mejoramiento de las condiciones de la o las viviendas.</p> <p>Debido a la dispersión de la población, las dificultades de acceso y la carencia de infraestructura, se obstaculiza la ejecución de programas y proyectos para la integración de las comunidades.</p> <p>Las veredas que conforman el Área de Influencia del Proyecto no cuentan con</p>

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
		<p>medios de comunicación.</p> <p>La red vial identificada tiene un uso mixto, por un lado, el uso cultural de la misma que regula la movilidad de las comunidades de esta parte del municipio con la cabecera municipal con fines comerciales y sociales; pero, por otro lado, en virtud de la industria de los hidrocarburos y el crecimiento de la agroindustria representada en la palma de aceite, ha adquirido un carácter industrial por el alto volumen de tráfico vehicular pesado y liviano que por allí circula.</p>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.4.5 Dimensión económica

Tabla 0.72 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión económica

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS																												
Estructura de la propiedad y tenencia de la tierra	Información contenida en base en el informe "Concentración de la propiedad de la tierra en seis municipios del departamento del Meta (2000 – 2011)" del Observatorio del Territorio de Unillanos.	<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>Según el informe del Observatorio del territorio de Unillanos, en el municipio de Puerto Gaitán hay un total de 1375 predios para el 2011 en manos de 1801 propietarios. La mayoría de estos predios se encuentran en "gran propiedad" (más de 200 ha) con 1043 predios. La distribución de la tierra, según dicho informe, se encuentra en su mayoría en predios mayores a 2000 ha con el 51,7%, seguido de 500 a 1000 con el 23,4% y de 1000 a 2000 con el 20%.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>En lo referente a las formas de tenencia de la tierra en las veredas del AID se presentan diferentes criterios de acuerdo con la forma como se han configurado los procesos de ocupación de los predios, no obstante, es bastante notorio el predominio de la propiedad como forma principal en la vereda Rubiales y de posesión en Puerto Triunfo y Santa Helena.</p> <p>A continuación, se muestra la estructura poblacional del AID</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>RUBIALES</th> <th>PUERTO TRIUNFO</th> <th>SANTA HELENA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 3 Ha</td> <td>96</td> <td>6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1 a 10 Ha</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10 a 100 Ha</td> <td>22</td> <td>7</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>100 a 500 Ha</td> <td>22</td> <td>10</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>&gt; 500 Ha</td> <td>20</td> <td>45</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>160</b></td> <td><b>70</b></td> <td><b>113</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Cartografía IGAC, 2015</p>	RANGO	RUBIALES	PUERTO TRIUNFO	SANTA HELENA	< 3 Ha	96	6	0	1 a 10 Ha	1	2	0	10 a 100 Ha	22	7	1	100 a 500 Ha	22	10	7	> 500 Ha	20	45	105	<b>TOTAL</b>	<b>160</b>	<b>70</b>	<b>113</b>
RANGO	RUBIALES	PUERTO TRIUNFO	SANTA HELENA																											
< 3 Ha	96	6	0																											
1 a 10 Ha	1	2	0																											
10 a 100 Ha	22	7	1																											
100 a 500 Ha	22	10	7																											
> 500 Ha	20	45	105																											
<b>TOTAL</b>	<b>160</b>	<b>70</b>	<b>113</b>																											
Procesos	Como fuente de información se tomará la oficial	<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>La economía del municipio se basa principalmente en la ganadería a mediana</p>																												

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
productivos y tecnológicos	<p>emitida por el municipio, contenida en el Plan de Desarrollo Municipal "Voluntad Para El Progreso" 2016-2019</p> <p>Investigación y recolección de información secundaria oficial de autoridades, entidades y páginas web de diferentes entidades</p> <p>Recolección en campo de información primaria con las comunidades del Área de estudio directa</p>	<p>escala, la agricultura, el comercio, la pesca artesanal y la industria petrolera. Según Fedegán, para el último mes del 2015, Puerto Gaitán contaba con 161000 cabezas de ganado, producción que tiene vocación de ganadería de carne, con énfasis en explotación de cría y levante. La porcicultura ha tenido un crecimiento en el municipio, donde la población de cerdos se estima en 92430 animales, convirtiendo a Puerto Gaitán en el municipio del Meta con mayor producción porcina.</p> <p>Las actividades agrícolas que mayor desarrollo tienen en el municipio a nivel de producción industrial son los cultivos de palma africana, soya, plátano y maíz seco; cultivos que han presentado un crecimiento tanto en área sembrada, como en producción, convirtiéndose en un polo generador de empleo</p> <p>La producción petrolera es el polo de desarrollo más importante del área de influencia socioeconómica del Campo Rubiales, siendo este el campo con mayor producción a nivel nacional. Lo anterior genera un flujo de empleo que favorece a los habitantes de las veredas, la cabecera municipal y otros municipios a nivel nacional.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>Es importante reseñar que, en lo referente a las actividades productivas en las veredas del área de influencia directa del proyecto, exceptuando la industria petrolera, la cual es de carácter industrial y a gran escala, estas veredas no han logrado consolidar procesos productivos significativos debido principalmente de la inestabilidad social y económica que suele acompañar los procesos de colonización bajo los que se han configurado estas zonas.</p> <p>En las veredas del AID se observaron predios de grandes extensiones de forma homogénea al territorio, principalmente utilizados para la producción de ganado de cría y en algunas se ha ido cambiando el uso del suelo para negociar tramos con las empresas petroleras y establecer infraestructura relacionada con la industria.</p> <p>En esta parte del municipio se concentra una de las mayores reservas petroleras del departamento del Meta, razón por la cual esto ha incidido de manera directa en todas las dinámicas sociales de los habitantes de las veredas del AID, tanto en lo económico, como en lo demográfico, lo cultural y lo político.</p> <p>Así mismo, dado el desarrollo petrolero, existe en el área varios establecimientos que ofrecen bienes y servicios tales como restaurantes, tiendas, hoteles, montallantas, etc.; el comercio se ha convertido en una buena fuente de ingresos para la población.</p>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.3.4.6 Dimensión cultural

**Tabla 0.73 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión cultural**

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Modificaciones	Recolección en campo de información primaria con las comunidades	<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>Puerto Gaitán, por su parte, ha estado inmerso en estas mismas</p>

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Culturales	<p>del Área de estudio directa.</p> <p>Como fuente de información se tomará la oficial emitida por el municipio, contenida en el Plan de Desarrollo Municipal “Voluntad Para El Progreso” 2016-2019</p> <p>Investigación y recolección de información secundaria oficial de autoridades, entidades y estudios ambientales previos</p>	<p>dinámicas, especialmente en épocas recientes cuando el auge petrolero ha incentivado movimientos de población en busca de mejores condiciones laborales y de vida. Esto da como resultado la presencia de personas de diversas regiones del país que traen a este municipio tradiciones e ideas que transforman tanto positiva como negativamente la cultura y el espacio del municipio.</p> <p>Es de especial importancia mencionar que la actividad ganadera ha sido fundamental en la historia del departamento, definiendo rasgos culturales que caracterizan a la cultura llanera.</p> <p>Los Cantos de trabajo de llano representan un conjunto de expresiones orales y sonoras asociadas a las actividades tradicionales de la ganadería extensiva que se desarrollan en la región desde el siglo XVII. Hacen parte del patrimonio cultural inmaterial de la nación desde 2014.</p> <p>Según datos del Plan de Desarrollo Municipal “voluntad para el progreso” 2016-2019, en Puerto Gaitán se encuentra el mayor número de habitantes indígenas del departamento, que suman un total de 11.675 para el año 2015 y se encuentran repartidos en 200 comunidades organizadas en 9 resguardos oficialmente constituidos; de estos, 14 corresponden a la etnia Sikuani y 1 a grupos salivas - Piapoco.</p> <p>En la zona rural aún perviven saberes y modos de conocimiento tradicionales de tipo pastoril como las técnicas de caza y las faenas de vaquería (arreo, marcado, enlace, etc.).</p> <p>El análisis permitió destacar un grado de resiliencia tolerante al cambio en las comunidades no étnicas, evidenciado en sus estructuras socioeconómicas y culturales. Cabe anotar que ello se debe a las características propias de la población cuya permanencia en el lugar es oscilante y está condicionada por las expectativas laborales que desde la perspectiva local propicia la industria petrolera o la economía formal o informal (bienes y servicios) que se genera a su alrededor.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>Los procesos de migración en el área de influencia del Proyecto son aún de carácter embrionario y un análisis demográfico en esta instancia no puede arrojar datos consolidados, por ende, el conocimiento de las interrelaciones de todo tipo (culturales, sociales, económicas y simbólicas) que se producen y producirán a lo largo del tiempo entre las poblaciones del área y el territorio que habitan o utilizan son aquí de naturaleza preliminar. Se destaca que el grueso de la comunidad registrada, afincada o flotante es producto de migraciones de tipo rural-rural o urbano-rural que fueron y son atraídas por la concepción de mejoras laborales y de calidad de vida que supone el sector de hidrocarburos, percepción que resulta paradójica, teniendo en cuenta las bajas plazas de oferta laboral que en realidad genera la Industria para personal de obra de mano no calificada.</p> <p>En conclusión, el uso y manejo del entorno por parte de las comunidades asentadas en el área donde se inscribe el proyecto obedece a estrategias que se han desarrollado a lo largo del tiempo, muchas de ellas desde épocas prehispánicas o históricas. Pero, aunque en este apartado no se aborda el sentido ecológico o ambiental de las mismas, se reconoce que los cambios demográficos que han ocurrido en la región ejercen fuertes</p>

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
		presiones sobre el ambiente y ponen en peligro recursos como el agua.

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.3.4.7 Dimensión político-organizativa

**Tabla 0.74 Resumen de caracterización socioeconómica de la dimensión político-organizativa**

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Organización y gestión comunitaria	<p>Como fuente de información se tomará la oficial emitida por el municipio, contenida en el Plan de Desarrollo Municipal “Voluntad Para El Progreso” 2016-2019 y otros documentos oficiales</p> <p>Investigación y recolección de información secundaria oficial de autoridades, entidades</p> <p>Recolección en campo de información primaria con las comunidades del Área de estudio directa.</p>	<p><b>Área de influencia indirecta:</b></p> <p>Es importante anotar que algunos proyectos de inversión social en la zona se han venido adelantando con el apoyo de la industria de hidrocarburos, quienes dentro de sus programas de responsabilidad social realizan o financian algunos proyectos para el beneficio de la comunidad.</p> <p>En el municipio hacen presencia entidades como la Alcaldía Municipal, concejo, personería, ICBF, Comisaría de familia, Departamento Nacional para la Prosperidad Social, Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema, SENA, Policía Nacional, Ejército Nacional y la Cámara de Comercio de Villavicencio, entre otras.</p> <p><b>Área de influencia directa:</b></p> <p>Dentro del AID hacen presencia la asociación indígena UNUMA, Unión Sindical Obrera de trabajadores del Petróleo, diferentes asociaciones gremiales, entre otras. Cada vereda tiene Junta de Acción comunal legalmente constituidas y en funcionamiento, que dan representatividad a las comunidades del AID.</p>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.3.4.8 Tendencias del desarrollo

**Tabla 0.75 Resumen de caracterización socioeconómica de tendencias del desarrollo**

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Tendencias del desarrollo	<p>Como fuente de información se tomará la oficial emitida por el municipio, contenida en el Plan de Desarrollo Municipal “Voluntad Para El Progreso” 2016-2019 y otros documentos oficiales</p> <p>Investigación y recolección de información secundaria oficial de autoridades, entidades</p> <p>Recolección en campo de información primaria con las comunidades del Área de estudio directa.</p>	<p>El territorio de Puerto Gaitán cuenta con una serie de ventajas comparativas como son: Ubicación, Suelos, Bono demográfico, riqueza étnica y cultural, riqueza natural. En cuanto a ventajas competitivas, el municipio se perfila en la región como Clúster energético por la producción de hidrocarburos y de cultivos de palma, pero no han sido aprovechadas al máximo por la falta de infraestructura adecuada, falta de capacitación del recurso humano, competitividad, gestión pública ineficiente, baja cobertura de servicios públicos, entre otros.</p> <p>Los principales aspectos de acción gubernamental</p>

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
		municipal, según el PDM 2016-2019, están encaminados hacia el ambiente natural, ambiente construido, dimensión del desarrollo económico y dimensión del desarrollo político administrativo.

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.3.4.9 Información sobre población a reasentar

**Tabla 0.76 Resumen de caracterización socioeconómica sobre población a reasentar**

ELEMENTO	METODOLOGÍA	RESULTADOS
No aplica	No aplica	Teniendo en cuenta las actividades propuestas en el marco de la modificación de licencia ambiental de Campo Rubiales, hasta el momento no se han identificado comunidades o familias que deban ser reasentadas o reubicadas por el desarrollo de las mismas.

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2017)

#### 0.3.5 PAISAJE

Las unidades de paisajes sobre las cuales se realiza el análisis se sustentan en la conjunción de las unidades geomorfológicas (formas del terreno) y las unidades de uso (cobertura), que lleva a establecer unidades de análisis altamente homogéneas que permiten desarrollar una evaluación del paisaje de tipo integral. Para el desarrollo del análisis, se consideró la actualización efectuada a las coberturas de la tierra, conforme al requerimiento efectuado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA durante el proceso de evaluación del EIA radicado el 31 de enero de 2019.

Como resultado del proceso de superposición entre la geomorfología y las coberturas vegetales identificadas, se determinan 30 unidades de paisajes las cuales se presentan en la Tabla 0.77 junto con sus respectivas áreas y porcentajes.

**Tabla 0.77 Leyenda de Unidades de Paisaje de Campo Rubiales**

<u>Geomorfología</u>	<u>Cobertura</u>	<u>Nombre Unidad de Paisaje</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Área (Ha)</u>	<u>Área (%)</u>
<b>Altiplanicie</b> <i>(altiplano, planalto, plateau)</i>	<u>Agrícola</u>	<u>Agrícola en altiplanicie</u>	<u>Al-Cag</u>	<u>178,08</u>	<u>0,80%</u>
	<u>Áreas de bosque</u>	<u>Áreas de bosque en altiplanicie</u>	<u>Al-Nab</u>	<u>127,77</u>	<u>0,57%</u>
	<u>Áreas naturales intervenidas</u>	<u>Áreas naturales intervenidas en altiplanicie</u>	<u>Al-Cnt</u>	<u>2036,93</u>	<u>9,13%</u>
	<u>Áreas Revegetalizadas</u>	<u>Áreas revegetalizadas en altiplanicie</u>	<u>Al-Car</u>	<u>67,29</u>	<u>0,30%</u>
	<u>Forestal</u>	<u>Forestal en altiplanicie</u>	<u>Al-Cfr</u>	<u>143,92</u>	<u>0,65%</u>
	<u>Industrial</u>	<u>Industrial en altiplanicie</u>	<u>Al-Cin</u>	<u>36,29</u>	<u>0,16%</u>
	<u>Transporte</u>	<u>Transporte en altiplanicie</u>	<u>Al-Ctr</u>	<u>23,86</u>	<u>0,11%</u>
	<u>Urbano</u>	<u>Urbano en altiplanicie</u>	<u>Al-Cur</u>	<u>1,84</u>	<u>0,01%</u>
	<u>Zonas degradadas</u>	<u>Zonas degradadas en altiplanicie</u>	<u>Al-Czd</u>	<u>4,27</u>	<u>0,02%</u>
<b>Lomerio</b>	<u>Agrícola</u>	<u>Agrícola en lomerío</u>	<u>Lm-Cag</u>	<u>19,12</u>	<u>0,09%</u>
	<u>Áreas de bosque</u>	<u>Áreas de bosque en lomerío</u>	<u>Lm-Nab</u>	<u>4194,50</u>	<u>18,80%</u>
	<u>Áreas naturales intervenidas</u>	<u>Áreas naturales intervenidas en lomerío</u>	<u>Lm-Cnt</u>	<u>10429,29</u>	<u>46,75%</u>
	<u>Áreas Revegetalizadas</u>	<u>Áreas revegetalizadas en lomerío</u>	<u>Lm-Car</u>	<u>443,28</u>	<u>1,99%</u>
	<u>Deportivo</u>	<u>Deportivo en lomerío</u>	<u>Lm-Cde</u>	<u>0,96</u>	<u>0,00%</u>
	<u>Forestal</u>	<u>Forestal en lomerío</u>	<u>Lm-Cfr</u>	<u>869,36</u>	<u>3,90%</u>
	<u>Industrial</u>	<u>Industrial en lomerío</u>	<u>Lm-Cin</u>	<u>360,05</u>	<u>1,61%</u>
	<u>Reservorio</u>	<u>Reservorio en lomerío</u>	<u>Lm-Cre</u>	<u>0,91</u>	<u>0,00%</u>
	<u>Transporte</u>	<u>Transporte en lomerío</u>	<u>Lm-Ctr</u>	<u>199,33</u>	<u>0,89%</u>
<u>Urbano</u>	<u>Urbano en lomerío</u>	<u>Lm-Cur</u>	<u>15,04</u>	<u>0,07%</u>	
	<u>Zonas degradadas</u>	<u>Zonas degradadas en lomerío</u>	<u>Lm-Czd</u>	<u>173,01</u>	<u>0,78%</u>
<b>Valle</b>	<u>Agrícola</u>	<u>Agrícola en valle</u>	<u>VI-Cag</u>	<u>8,39</u>	<u>0,04%</u>
	<u>Áreas de bosque</u>	<u>Área de bosque en valle</u>	<u>VI-Nab</u>	<u>1134,87</u>	<u>5,09%</u>
	<u>Áreas naturales intervenidas</u>	<u>Áreas naturales intervenidas en valle</u>	<u>VI-Cnt</u>	<u>1593,39</u>	<u>7,14%</u>
	<u>Áreas Revegetalizadas</u>	<u>Áreas revegetalizadas en valle</u>	<u>VI-Car</u>	<u>56,90</u>	<u>0,26%</u>
	<u>Cuerpos de agua</u>	<u>Cuerpos de agua en valle</u>	<u>VI-Nca</u>	<u>149,56</u>	<u>0,67%</u>
	<u>Forestal</u>	<u>Forestal en valle</u>	<u>VI-Cfr</u>	<u>25,19</u>	<u>0,11%</u>
	<u>Industrial</u>	<u>Industrial en valle</u>	<u>VI-Cin</u>	<u>10,20</u>	<u>0,05%</u>
	<u>Transporte</u>	<u>Transporte en valle</u>	<u>VI-Ctr</u>	<u>4,01</u>	<u>0,02%</u>
	<u>Urbano</u>	<u>Urbano en valle</u>	<u>VI-Cur</u>	<u>0,70</u>	<u>0,00%</u>
	<u>Zonas degradadas</u>	<u>Zonas degradadas en valle</u>	<u>VI-Czd</u>	<u>0,41</u>	<u>0,00%</u>
<b>Total general</b>				<b>22308,75</b>	<b>100,00%</b>



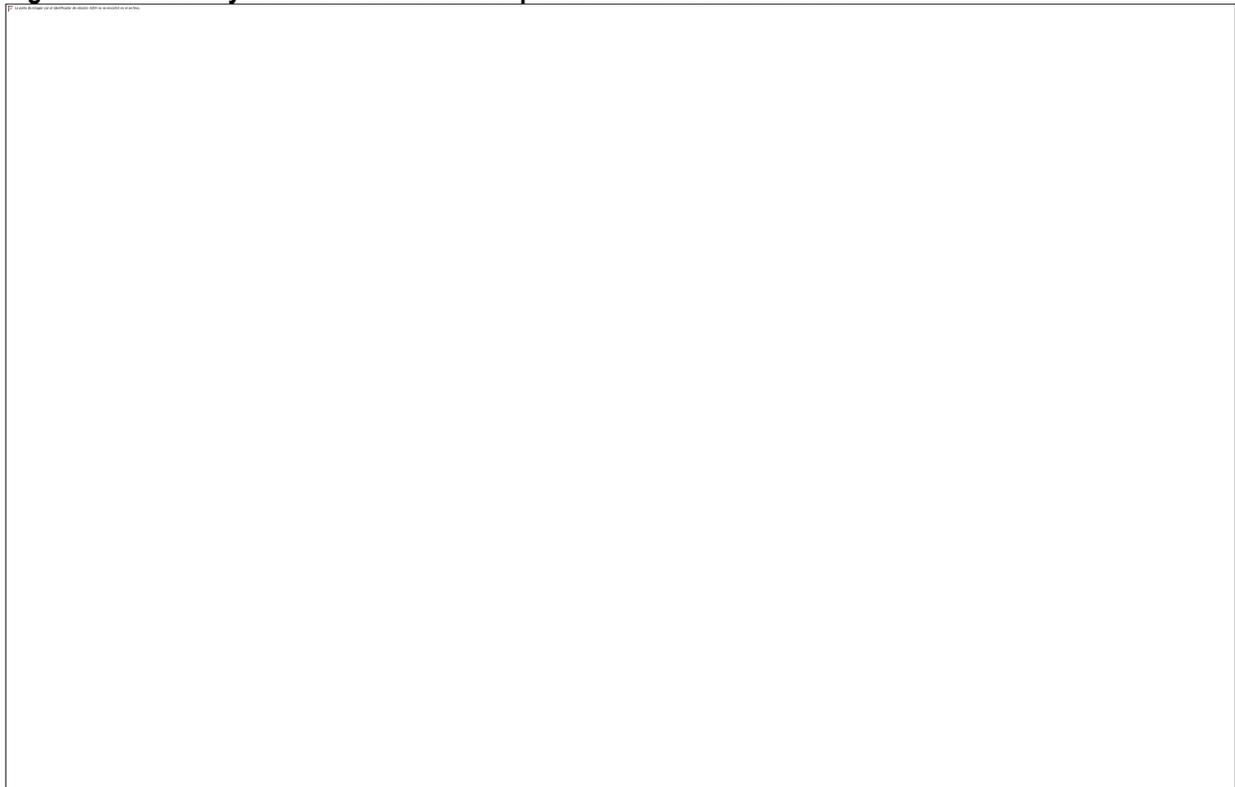
### 0.3.6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

De acuerdo con los resultados de la caracterización ambiental de los medios abiótico, biótico y social y la legislación ambiental vigente, se obtuvo un diagnóstico de las condiciones actuales de los ecosistemas y de los recursos naturales del área de influencia definida en el presente estudio. A partir de allí se categorizó y ponderó la importancia de cada factor para finalmente determinar el grado de sensibilidad ambiental que presenta cada uno de los ecosistemas o sectores que hayan sido catalogados como homogéneos.

La zonificación ambiental presentada, considera los ajustes aplicables asociados a los requerimientos de información adicional efectuado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA en la reunión de información adicional desarrollada el 1 de abril de 2019 en el marco del proceso de evaluación de la modificación de licencia ambiental del campo, radicada por Ecopetrol S.A. el 31 de enero de 2019, según número 2019009755-1-000.

La zonificación ambiental se realiza de acuerdo con los atributos, parámetros y ponderaciones para los medios abiótico, biótico y socioeconómico asignado a cada uno de ellos, además de tener en cuenta la normatividad ambiental vigente.

**Figura 0.28 Medios y variables consideradas para la zonificación ambiental**



Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)



Como resultado se obtuvieron tres categorías de sensibilidad/importancia: Muy Alta, Alta y media, las cuales se describen a continuación:

**Tabla 0.78 Elementos de importancia/sensibilidad definidos para la zonificación ambiental**

NIVEL DE SENSIBILIDAD	MEDIO ASOCIADO	ÁREAS	ÁREA (ha) AREA DE INFLUENCIA	% AREA DE INFLUENCIA
MUY ALTA	ABIÓTICO	* Manantiales de agua * Cuerpos de agua lóticos (ríos, quebradas, caños)	6683,98	29,96
	BIÓTICO	*Palmares <i>*Lagos, lagunas y ciénagas naturales</i> *Bosques de galería		
	SOCIOECONÓMICO	* Infraestructura social * Línea eléctrica de alta tensión * Oleoducto ODL		
ALTA	ABIÓTICO	*De acuerdo con la Resolución 233 de 2001 (Licencia Global) las planicie aluvial confinada y terraza de acumulación. *Áreas de estabilidad geotécnica baja.	1078,78	4,84
MEDIA	ABIÓTICO	* Zonas con estabilidad geotécnica media. * Unidades de suelos en terrenos ligeramente planos a planos que por su continuidad y uniformidad del terreno facilita la instalación de infraestructura. * Sin vulnerabilidad de contaminación de acuíferos.	14545,98	65,20
	BIÓTICO	<i>*Áreas con coberturas de herbazales densos de tierra firme, herbazales inundables, herbazales abiertos, vegetación secundaria y coberturas antrópicas.</i>		
	SOCIOECONÓMICO	* Unidades territoriales con existencia de una JAC legalmente constituida, predominancia de predios de extensos y acceso limitado a servicios públicos.		

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

De acuerdo con las condiciones físicas, bióticas, socioeconómicas y culturales del área de influencia definida y, se obtuvo que en la misma predominan las zonas con sensibilidad ambiental media con el 65,20%, seguida por la zona de sensibilidad ambiental muy alta con 29.96% y las zonas con sensibilidad alta con 4.84%. Esto se debe a los diferentes elementos sensibles del área de influencia.



**Tabla 0.79 Alternativas de recursos naturales planteadas para la modificación del EIA**

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																																		
<p style="text-align: center;"><b>AGUA SUPERFICIAL</b></p>	<p>1. <u>Concesión de agua</u></p> <p>El desarrollo de las diferentes actividades objeto de modificación no requieren la obtención de agua directamente de fuentes naturales superficiales, por lo tanto, no se contempla el trámite de nuevas concesiones de agua, en caso de llegar a requerirse el uso del recurso, se optará por el uso de las concesiones autorizadas en la licencia ambiental global y sus modificaciones. Pese a lo anterior en la presente modificación se ratifican tres (3) captaciones de agua superficial.</p> <p>2. <u>Desistimiento de concesiones</u></p> <p>Actualmente el Campo Rubiales, cuenta con nueve (9) puntos de captación de aguas superficiales autorizados mediante el Artículo Quinto de la Resolución 233 de 2001, modificada por el numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 613 de 2004 y el numeral 1 del Artículo Segundo de la Resolución 1168 de 2005. Desde el otorgamiento y con la operatividad que ha tenido el Campo Rubiales desde el año 2001 (año de otorgamiento de la licencia global), se ha dado uso únicamente de tres (03) de los nueve (09) puntos autorizados, los cuales cuentan con la estructura, el acceso, y suplen las necesidades del proyecto, de tal forma Ecopetrol S.A. a través de la presente modificación informa a la autoridad el desistimiento de seis (06) puntos de captación, los cuales fueron otorgados mediante la Resolución 233 de 2001 modificada a su vez por la Resolución 613 de 2004 y Resolución 1168 de 2005.</p> <p>Los puntos de captación que no han registrado uso por el Campo Rubiales y por ende son objeto de desistimiento corresponden a:</p> <p><b>Tabla 0.80 Concesiones de agua superficial objeto de desistimiento ante la autoridad</b></p> <table border="1" data-bbox="489 862 1814 1367"> <thead> <tr> <th rowspan="2">FUENTE</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="2">UBICACIÓN</th> <th rowspan="2">ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZÓ Y/O MODIFICÓ</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Caño Rubiales</td> <td rowspan="2">960483,00</td> <td rowspan="2">912569,00</td> <td rowspan="2">-</td> <td>Resolución 233 del 2001</td> </tr> <tr> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 4,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Caño Rubiales</td> <td rowspan="2">960462,00</td> <td rowspan="2">913469,00</td> <td rowspan="2">Corriente principal del caño Rubiales. Puente Sta. Helena cercano a Batería 2.</td> <td>Resolución 613 del 2004</td> </tr> <tr> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Caño Rubiales</td> <td rowspan="2">962667,00</td> <td rowspan="2">913618,00</td> <td rowspan="4">Corriente principal del caño Rubiales. Se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.</td> <td>Resolución 613 del 2004</td> </tr> <tr> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">955902,00</td> <td rowspan="2">911841,00</td> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td>Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Brazo del Caño Rubiales</td> <td rowspan="2">946550,00</td> <td rowspan="2">916765,00</td> <td rowspan="2">Sitio requerido para la perforación del pozo RB-35</td> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td>Resolución 613 del 2004</td> </tr> <tr> <td>Caño Budar</td> <td>958003,00</td> <td>903907,00</td> <td>-</td> <td>Resolución 1168 del 2005</td> </tr> <tr> <td>Caño Budar</td> <td>958550,00</td> <td>909025,00</td> <td>-</td> <td>Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)</td> </tr> <tr> <td>Caño Budar</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Resolución 1586 del 2008</td> </tr> </tbody> </table>	FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZÓ Y/O MODIFICÓ	ESTE	NORTE	Caño Rubiales	960483,00	912569,00	-	Resolución 233 del 2001	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 4,0 l/s)	Caño Rubiales	960462,00	913469,00	Corriente principal del caño Rubiales. Puente Sta. Helena cercano a Batería 2.	Resolución 613 del 2004	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)	Caño Rubiales	962667,00	913618,00	Corriente principal del caño Rubiales. Se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.	Resolución 613 del 2004	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)	955902,00	911841,00	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)	Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)	Brazo del Caño Rubiales	946550,00	916765,00	Sitio requerido para la perforación del pozo RB-35	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)	Resolución 613 del 2004	Caño Budar	958003,00	903907,00	-	Resolución 1168 del 2005	Caño Budar	958550,00	909025,00	-	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)	Caño Budar				Resolución 1586 del 2008
FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		UBICACIÓN	ACTO ADMINISTRATIVO QUE AUTORIZÓ Y/O MODIFICÓ																																															
	ESTE	NORTE																																																	
Caño Rubiales	960483,00	912569,00	-	Resolución 233 del 2001																																															
				Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 4,0 l/s)																																															
Caño Rubiales	960462,00	913469,00	Corriente principal del caño Rubiales. Puente Sta. Helena cercano a Batería 2.	Resolución 613 del 2004																																															
				Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)																																															
Caño Rubiales	962667,00	913618,00	Corriente principal del caño Rubiales. Se accede a mano derecha de la localización del pozo RB-19.	Resolución 613 del 2004																																															
				Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 3,0 l/s)																																															
	955902,00	911841,00		Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																																															
				Resolución 1168 de 2005 (Traslado del punto de captación y ampliación del caudal de 0,5 l/s a 1 l/s)																																															
Brazo del Caño Rubiales	946550,00	916765,00	Sitio requerido para la perforación del pozo RB-35	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																																															
				Resolución 613 del 2004																																															
Caño Budar	958003,00	903907,00	-	Resolución 1168 del 2005																																															
Caño Budar	958550,00	909025,00	-	Resolución 1586 de 2008 (Ampliación del caudal a 2,0 l/s)																																															
Caño Budar				Resolución 1586 del 2008																																															

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																
	<p>3. <u>Solicitud de rectificación de coordenadas de captación de los tres puntos concesionados que se utilizan actualmente</u></p> <p>En línea con el desistimiento indicado en el numeral anterior, Ecopetrol S.A. ratifica que actualmente hace uso de tres (03) puntos de concesión de aguas, sin embargo requiere a la autoridad se modifique el artículo 5 de la Resolución 1586 del 2008 que modificó el numeral 1 del artículo 5 de la Resolución 233 del 2001 y el artículo segundo numeral 1 de la Resolución 1168 del 2005 por la cual se otorgó la licencia ambiental global para la explotación de hidrocarburos en el campo Rubiales, en el sentido de rectificar las coordenadas de localización geográfica en superficie de dos de los tres puntos de captación de agua superficial actualmente en uso por el Campo Rubiales, toda vez que a la fecha de la cesión de derechos del Campo Rubiales por parte de METAPETROLEUM CORP a Ecopetrol S.A. en el 2016 (Resolución 745 de 2016) estos puntos ya se encontraban operativos, con infraestructura construida y actualmente son las únicas concesiones superficiales en uso para suplir las necesidades de la operación.</p> <p>Los tres (03) puntos concesionados de los cuales el Campo Rubiales prevé continuar abasteciéndose se presentan en la Tabla 0.81, en ella se señalan las coordenadas autorizadas a la luz de los actos administrativos otorgados, frente a las coordenadas geográfica en superficie que registra la infraestructura actualmente existente, a fin de que la autoridad considere la rectificación de dichas coordenadas dada su preexistencia y operación actual.</p> <p><b>Tabla 0.81 Coordenadas de los puntos de captación de agua superficial en uso</b></p> <table border="1" data-bbox="499 748 1808 938"> <thead> <tr> <th rowspan="3">FUENTE</th> <th rowspan="3">CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)</th> <th colspan="4">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th colspan="2">PUNTO DE CAPTACIÓN EXISTENTE EN CAMPO -COORDENADA REAL-</th> <th colspan="2">PUNTO DE CAPTACIÓN RESOLUCIÓN 1586 DE 2008 -COORDENADA A RECTIFICAR-</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caño Arrabo</td> <td>2,0</td> <td>957754,82</td> <td>909803,24</td> <td>957753,00</td> <td>909879,00</td> </tr> <tr> <td>Caño Masiferiana</td> <td>2,0</td> <td>955898,70</td> <td>911822,64</td> <td>955902,00</td> <td>911841,00</td> </tr> <tr> <td>Caño Ivoto*</td> <td>2,0</td> <td>961306,00</td> <td>909662,00</td> <td>961306,00</td> <td>909662,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Para el punto de captación de agua superficial sobre el caño Ivoto no se requiere rectificación de coordenadas toda vez que la infraestructura existente registra coincidencia con las coordenadas señaladas en la Resolución 1586 de 2008. Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)</p> <p>Con base en lo anterior, para los puntos de captación de agua superficial sobre los caños Arrabo y Masiferiana, se encontró durante la fase de campo, que las facilidades de captación que actualmente operan en Campo Rubiales y que fueron construidas por anteriores operadores, requieren la rectificación solicitada a esta Autoridad, pues presentan un desplazamiento de 75,78m y 18,66m respectivamente frente a las coordenadas señaladas en la resolución 1586 de 2008.</p>	FUENTE	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE				PUNTO DE CAPTACIÓN EXISTENTE EN CAMPO -COORDENADA REAL-		PUNTO DE CAPTACIÓN RESOLUCIÓN 1586 DE 2008 -COORDENADA A RECTIFICAR-		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	Caño Arrabo	2,0	957754,82	909803,24	957753,00	909879,00	Caño Masiferiana	2,0	955898,70	911822,64	955902,00	911841,00	Caño Ivoto*	2,0	961306,00	909662,00	961306,00	909662,00
FUENTE	CAUDAL TOTAL AUTORIZADO (l/s)			COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																													
				PUNTO DE CAPTACIÓN EXISTENTE EN CAMPO -COORDENADA REAL-		PUNTO DE CAPTACIÓN RESOLUCIÓN 1586 DE 2008 -COORDENADA A RECTIFICAR-																											
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE																												
Caño Arrabo	2,0	957754,82	909803,24	957753,00	909879,00																												
Caño Masiferiana	2,0	955898,70	911822,64	955902,00	911841,00																												
Caño Ivoto*	2,0	961306,00	909662,00	961306,00	909662,00																												

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																					
AGUA SUBTERRÁNEA	<p>1. <u>Solicitud de Concesión de Aguas Subterráneas</u></p> <p>Como parte de las actividades consideradas en la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales se considera la explotación de aguas subterráneas a través de cinco (05) pozos ya construidos que cuentan con licencia de exploración otorgada mediante Resolución 1168 de agosto 18 de 2005 y Resolución 524 de marzo 26 de 2007. Adicionalmente se solicita la concesión en el área ubicada en el campamento Mi Llanura, para un total de 6 puntos en un caudal de hasta 5 l/s para cada uno, ubicados en las siguientes coordenadas:</p> <p><b>Tabla 0.82 Coordenadas para puntos de concesión de aguas subterráneas solicitadas</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NO.</th> <th rowspan="2">ID</th> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN DEL PUNTO - /NOMBRE</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PASUB CPF 1</td> <td>Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-1</td> <td>960148,87</td> <td>913048,45</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>PASUB 3 (RB 27)</td> <td>Pozo de agua subterránea No.3 ubicado en el RB-27</td> <td>956687,74</td> <td>910267,27</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PASUB 4 PAD 4</td> <td>Pozo de agua subterránea No. 4 ubicado en el PAD -4</td> <td>957637,20</td> <td>907330,41</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PASUB 5 (RB 47)</td> <td>Pozo de agua subterránea No. 5 ubicado en el RB-47</td> <td>961597,99</td> <td>910394,02</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PASUB CPF2</td> <td>Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-2</td> <td>958788,02</td> <td>910387,92</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PASUB 6 MI LLANURA</td> <td>Punto nuevo identificado en la exploración geofísica realizada. Al no estar determinada su localización definitiva se considera un radio de 200 metros a partir de estas coordenadas para su futura localización.</td> <td>964014,29</td> <td>909279,80</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (ECOPETROL S.A, 2018)</p> <p>Cabe mencionar que el Campo Rubiales cuenta con los pozos: PASUB Arrayanes y PASUB Batería 1, según permiso de concesión de agua autorizada en la Resolución 524 del 26 de marzo de 2007, modificada por la Resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008 y la Resolución 931 del 8 de agosto de 2017, con un caudal máximo autorizado de 5 l/s, y una duración de bombeo para el pozo Arrayanes de 16 horas/día y para el pozo Batería 1 de 12 horas/día. Las actividades desarrolladas en dichos pozos continuaran efectuándose por el Campo Rubiales, de tal forma, una vez aprobado por la autoridad prevé contar con un total de ocho (08) puntos de concesión de agua subterránea autorizados.</p>	NO.	ID	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO - /NOMBRE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	1	PASUB CPF 1	Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-1	960148,87	913048,45	2	PASUB 3 (RB 27)	Pozo de agua subterránea No.3 ubicado en el RB-27	956687,74	910267,27	3	PASUB 4 PAD 4	Pozo de agua subterránea No. 4 ubicado en el PAD -4	957637,20	907330,41	4	PASUB 5 (RB 47)	Pozo de agua subterránea No. 5 ubicado en el RB-47	961597,99	910394,02	5	PASUB CPF2	Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-2	958788,02	910387,92	6	PASUB 6 MI LLANURA	Punto nuevo identificado en la exploración geofísica realizada. Al no estar determinada su localización definitiva se considera un radio de 200 metros a partir de estas coordenadas para su futura localización.	964014,29	909279,80
	NO.				ID	DESCRIPCIÓN DEL PUNTO - /NOMBRE	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																															
ESTE		NORTE																																				
1	PASUB CPF 1	Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-1	960148,87	913048,45																																		
2	PASUB 3 (RB 27)	Pozo de agua subterránea No.3 ubicado en el RB-27	956687,74	910267,27																																		
3	PASUB 4 PAD 4	Pozo de agua subterránea No. 4 ubicado en el PAD -4	957637,20	907330,41																																		
4	PASUB 5 (RB 47)	Pozo de agua subterránea No. 5 ubicado en el RB-47	961597,99	910394,02																																		
5	PASUB CPF2	Pozo de agua subterránea ubicado en el Centro de facilidad de Producción CPF-2	958788,02	910387,92																																		
6	PASUB 6 MI LLANURA	Punto nuevo identificado en la exploración geofísica realizada. Al no estar determinada su localización definitiva se considera un radio de 200 metros a partir de estas coordenadas para su futura localización.	964014,29	909279,80																																		
VERTIMIENTO	<p>Como parte de la estrategia de "Gerenciamiento del Agua Residual Industrial Tratada", Ecopetrol S.A. requiere de las siguientes alternativas de manejo de las aguas residuales industriales de operación, para asegurar la operatividad actual y futura del Campo Rubiales:</p> <p>1. <u>Vertimiento en cuerpo de agua superficial</u></p> <p>a) Solicitar la ampliación del volumen de vertimiento autorizado de aguas residuales industriales tratadas sobre el caño Rubiales en los cinco (05) puntos existentes para el periodo comprendido entre abril y diciembre, de la siguiente manera: Si el caudal del caño Rubiales es mayor a 4,94 m<sup>3</sup>/s y menor a 8 m<sup>3</sup>/s se dispondrán 358.670,2 BWPD equivalentes a 0,6625 m<sup>3</sup>/s, lo que representaría un caudal unitario de 0,1325 m<sup>3</sup>/s, y si el caudal del caño Rubiales es mayor a 8 m<sup>3</sup>/s se dispondrán 600.000 BWPD equivalentes a 1,10420 m<sup>3</sup>/s, lo que representaría un caudal unitario de 0,22084 m<sup>3</sup>/s, según lo que se presentan en la Tabla 0.2</p>																																					

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																																																																																		
	<p><b>Tabla 0.83 Volumen a solicitar – Vertimientos Existentes</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PERIODO</th> <th rowspan="2">CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)</th> <th rowspan="2">PUNTO DE VERTIMIENTO</th> <th colspan="3">VOLUMEN DE VERTIMIENTO</th> </tr> <tr> <th>BPWD</th> <th>m³/s</th> <th>l/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">Abril a Diciembre</td> <td rowspan="5">≥4,94</td> <td>V1</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>V2</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>V3</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>V4</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>V5</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>358670,2</td> <td>0,6625</td> <td>662,5</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">≥8</td> <td>V1</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>V2</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>V3</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>V4</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>V5</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>600.000,00</td> <td>1,10420</td> <td>1.104,20</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)</p> <p>b) Solicitar un nuevo punto de vertimiento (V6) sobre el caño Rubiales ubicado en las coordenadas relacionadas en la Tabla 0.4, para el periodo comprendido entre los meses de abril y diciembre, los caudales de disposición de la siguiente manera: Si el caudal del caño Rubiales es mayor a 4,94 m3/s y menor a 8 m3/s se dispondrán 71.734,04 BWPD equivalentes a 0,1325 m3/s, y si el caudal del caño Rubiales es mayor a 8 m3/s se dispondrán 120.000 BWPD equivalentes a 0,22084 m3/s; conforme se presenta en la Tabla 0.5</p> <p><b>Tabla 0.84 Coordenadas de ubicación del punto de vertimiento solicitado</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NOMBRE</th> <th rowspan="2">NOMENCLATURA</th> <th colspan="2">COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vertimiento 6</td> <td>V6</td> <td>961394,64</td> <td>913034,76</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (ECOPETROL S.A, 2018)</p> <p><b>Tabla 0.85 Volumen a solicitar – Vertimiento nuevo (V6)</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PERIODO</th> <th rowspan="2">CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)</th> <th rowspan="2">PUNTO DE VERTIMIENTO</th> <th colspan="3">VOLUMEN DE VERTIMIENTO</th> </tr> <tr> <th>BPWD</th> <th>m³/s</th> <th>l/s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3"></td> <td rowspan="2">≥4,94</td> <td>V6</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>71734,04</td> <td>0,13250</td> <td>132,50</td> </tr> <tr> <td>≥8</td> <td>V6</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>120000,00</td> <td>0,22084</td> <td>220,84</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)</p> <p>2. <u>Vertimiento en suelo</u></p> <p>Solicitar el permiso de vertimiento de aguas industriales tratadas a suelo de acuerdo a lo establecido en el Decreto 050 de 2018, en un área efectiva para el vertimiento de 598 ha, con un volumen de vertimiento de hasta en 224.436 BBLS/día y con una lámina neta de riego de 3,4 mm; exceptuando los meses de mayo, junio y julio.</p>	PERIODO	CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)	PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN DE VERTIMIENTO			BPWD	m³/s	l/s	Abril a Diciembre	≥4,94	V1	71734,04	0,13250	132,50	V2	71734,04	0,13250	132,50	V3	71734,04	0,13250	132,50	V4	71734,04	0,13250	132,50	V5	71734,04	0,13250	132,50	TOTAL	358670,2	0,6625	662,5	≥8	V1	120000,00	0,22084	220,84	V2	120000,00	0,22084	220,84	V3	120000,00	0,22084	220,84	V4	120000,00	0,22084	220,84	V5	120000,00	0,22084	220,84	TOTAL	600.000,00	1,10420	1.104,20	NOMBRE	NOMENCLATURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		ESTE	NORTE	Vertimiento 6	V6	961394,64	913034,76	PERIODO	CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)	PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN DE VERTIMIENTO			BPWD	m³/s	l/s		≥4,94	V6	71734,04	0,13250	132,50	TOTAL	71734,04	0,13250	132,50	≥8	V6	120000,00	0,22084	220,84	TOTAL	120000,00	0,22084	220,84
PERIODO	CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)				PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN DE VERTIMIENTO																																																																																													
		BPWD	m³/s	l/s																																																																																															
Abril a Diciembre	≥4,94	V1	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
		V2	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
		V3	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
		V4	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
		V5	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
	TOTAL	358670,2	0,6625	662,5																																																																																															
	≥8	V1	120000,00	0,22084	220,84																																																																																														
		V2	120000,00	0,22084	220,84																																																																																														
		V3	120000,00	0,22084	220,84																																																																																														
		V4	120000,00	0,22084	220,84																																																																																														
V5		120000,00	0,22084	220,84																																																																																															
TOTAL	600.000,00	1,10420	1.104,20																																																																																																
NOMBRE	NOMENCLATURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																																																																																	
		ESTE	NORTE																																																																																																
Vertimiento 6	V6	961394,64	913034,76																																																																																																
PERIODO	CAUDAL CONDICIONANTE CAÑO RUBIALES (m3/s)	PUNTO DE VERTIMIENTO	VOLUMEN DE VERTIMIENTO																																																																																																
			BPWD	m³/s	l/s																																																																																														
	≥4,94	V6	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
		TOTAL	71734,04	0,13250	132,50																																																																																														
	≥8	V6	120000,00	0,22084	220,84																																																																																														
TOTAL	120000,00	0,22084	220,84																																																																																																

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																														
	<p>3. <u>Solicitud de rectificación de coordenadas de los puntos de vertimiento existentes</u></p> <p>Se solicita modificar el artículo 5 numeral 2, de la Resolución 233 del 2001, el artículo 3 de la Resolución 613 del 2004 y el artículo 1 de la Resolución 2355 del 2007 en el sentido de rectificar las coordenadas de localización geográfica en superficie de los puntos de vertimiento autorizados sobre el cuerpo de agua caño Rubiales como parte de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental; toda vez que a la fecha de recibo del Campo por parte de ECOPETROL a la anterior operadora METAPETROLEUM CORP mediante la Resolución 745 del 26 de julio de 2016, estos puntos de vertimiento ya se encontraban operativos, intervenidos y con infraestructura construida.</p> <p>En la Tabla 0.18 se listan las coordenadas aprobadas por las resoluciones del Campo Rubiales y las coordenadas donde se localiza la infraestructura para el vertimiento, a fin de que sea evaluado por la autoridad la rectificación de las coordenadas de localización.</p> <p><b>Tabla 0.86 Coordenadas de ubicación puntos de vertimiento en cuerpo de agua para campo Rubiales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">NOMBRE DEL PUNTO</th> <th rowspan="2">ID</th> <th colspan="2">PUNTO DE VERTIMIENTO CONSTRUIDO EN CAMPO - COORDENADA REAL-</th> <th colspan="2">PUNTOS DE VERTIMIENTO SEGÚN RESOLUCIÓN 2355 DE 2007 – COORDENADA A RECTIFICAR-</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Punto de Vertimiento 1</td> <td>V1</td> <td>960264,08</td> <td>913503,72</td> <td>960440,00</td> <td>913200,00</td> </tr> <tr> <td>Punto de Vertimiento 2</td> <td>V2</td> <td>960479,68</td> <td>913452,02</td> <td>960512,00</td> <td>913469,00</td> </tr> <tr> <td>Punto de Vertimiento 3</td> <td>V3</td> <td>962308,35</td> <td>913334,76</td> <td>962480,00</td> <td>913300,00</td> </tr> <tr> <td>Punto de Vertimiento 4</td> <td>V4</td> <td>962518,75</td> <td>913512,84</td> <td>963580,00</td> <td>913000,00</td> </tr> <tr> <td>Punto de Vertimiento 5</td> <td>V5</td> <td>962983,51</td> <td>913011,75</td> <td>962717,00</td> <td>913025,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (ECOPETROL S.A, 2018)</p>	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE						NOMBRE DEL PUNTO	ID	PUNTO DE VERTIMIENTO CONSTRUIDO EN CAMPO - COORDENADA REAL-		PUNTOS DE VERTIMIENTO SEGÚN RESOLUCIÓN 2355 DE 2007 – COORDENADA A RECTIFICAR-		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	Punto de Vertimiento 1	V1	960264,08	913503,72	960440,00	913200,00	Punto de Vertimiento 2	V2	960479,68	913452,02	960512,00	913469,00	Punto de Vertimiento 3	V3	962308,35	913334,76	962480,00	913300,00	Punto de Vertimiento 4	V4	962518,75	913512,84	963580,00	913000,00	Punto de Vertimiento 5	V5	962983,51	913011,75	962717,00	913025,00
COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE																																															
NOMBRE DEL PUNTO	ID	PUNTO DE VERTIMIENTO CONSTRUIDO EN CAMPO - COORDENADA REAL-		PUNTOS DE VERTIMIENTO SEGÚN RESOLUCIÓN 2355 DE 2007 – COORDENADA A RECTIFICAR-																																											
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE																																										
Punto de Vertimiento 1	V1	960264,08	913503,72	960440,00	913200,00																																										
Punto de Vertimiento 2	V2	960479,68	913452,02	960512,00	913469,00																																										
Punto de Vertimiento 3	V3	962308,35	913334,76	962480,00	913300,00																																										
Punto de Vertimiento 4	V4	962518,75	913512,84	963580,00	913000,00																																										
Punto de Vertimiento 5	V5	962983,51	913011,75	962717,00	913025,00																																										
	<p>Se solicita permiso de ocupación de cauce para los seis (6) puntos de vertimientos (cinco (5) existentes y uno (1) nuevo). Para el caso de los puntos de vertimiento existente se tiene un cabezal de descarga para un colector de diámetro de hasta 14", estructura de disipación de energía mediante caída escalonada y protección geotécnica del área en ambas banquetas del caño; para el punto de vertimiento V6, se prevé el desarrollo de estructuras de similares características. Las coordenadas de localización de las ocupaciones se presentan a continuación:</p> <p><b>Tabla 0.87 Ocupaciones de cauce asociadas a infraestructura de entrega de vertimiento sobre el Caño Rubiales</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ID OCUPACIÓN DE CAUCE</th> <th rowspan="2">ACIVIDAD ASOCIADA A LA OCUPACION</th> <th colspan="2">COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE</th> <th rowspan="2">OBSERVACION</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ocp V1</td> <td rowspan="6">Estructura de entrega asociada a los puntos de vertimiento que consiste en dos (2) líneas de flujo en paralelo de 14" de diámetro cada una hasta conectar con el cabezal de descarga doble; su construcción es de forma aérea soportadas sobre marco H.</td> <td>960264,08</td> <td>913503,72</td> <td rowspan="6">Bosque de galería y/o ripario</td> </tr> <tr> <td>Ocp V2</td> <td>960479,68</td> <td>913452,02</td> </tr> <tr> <td>Ocp V3</td> <td>962308,35</td> <td>913334,76</td> </tr> <tr> <td>Ocp V4</td> <td>962518,75</td> <td>913512,84</td> </tr> <tr> <td>Ocp V5</td> <td>962983,51</td> <td>913011,75</td> </tr> <tr> <td>Ocp V6</td> <td>961394,64</td> <td>913034,76</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (ECOPETROL S.A, 2018)</p>	ID OCUPACIÓN DE CAUCE	ACIVIDAD ASOCIADA A LA OCUPACION	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		OBSERVACION	ESTE	NORTE	Ocp V1	Estructura de entrega asociada a los puntos de vertimiento que consiste en dos (2) líneas de flujo en paralelo de 14" de diámetro cada una hasta conectar con el cabezal de descarga doble; su construcción es de forma aérea soportadas sobre marco H.	960264,08	913503,72	Bosque de galería y/o ripario	Ocp V2	960479,68	913452,02	Ocp V3	962308,35	913334,76	Ocp V4	962518,75	913512,84	Ocp V5	962983,51	913011,75	Ocp V6	961394,64	913034,76																			
ID OCUPACIÓN DE CAUCE	ACIVIDAD ASOCIADA A LA OCUPACION			COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE			OBSERVACION																																								
		ESTE	NORTE																																												
Ocp V1	Estructura de entrega asociada a los puntos de vertimiento que consiste en dos (2) líneas de flujo en paralelo de 14" de diámetro cada una hasta conectar con el cabezal de descarga doble; su construcción es de forma aérea soportadas sobre marco H.	960264,08	913503,72	Bosque de galería y/o ripario																																											
Ocp V2		960479,68	913452,02																																												
Ocp V3		962308,35	913334,76																																												
Ocp V4		962518,75	913512,84																																												
Ocp V5		962983,51	913011,75																																												
Ocp V6		961394,64	913034,76																																												
APROVECHAMIENTO FORESTAL	<p>Para las actividades contempladas en la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales se contempla el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal; para la determinación de los volúmenes a aprovechar se desarrollaron estimaciones volumétricas por cada una de las coberturas y actividades del proyecto, el resumen de los volúmenes totales (m³) a solicitar se presenta a continuación:</p>																																														

COMPONENTE ASOCIADO	DESCRIPCIÓN																																																																																																						
	<p><b>Tabla 0.88 Resumen de volúmenes (m³) de aprovechamiento forestal estimado para las actividades del proyecto sobre las coberturas naturales susceptibles de intervención</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Cobertura</u></th> <th><u>Tipo de infraestructura</u></th> <th><u>Área (Ha)</u></th> <th><u>Área (%)</u></th> <th><u>Volúmen total</u></th> <th><u>Volúmen comercial</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4"><b><u>Bosque de galería y/o ripario</u></b></td> <td><i>Skimmer</i></td> <td>0.013</td> <td>0.115</td> <td>1.97</td> <td>1.03</td> </tr> <tr> <td><i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i></td> <td>0.015</td> <td>0.134</td> <td>2.30</td> <td>1.20</td> </tr> <tr> <td><i>Derecho de vía línea de flujo</i></td> <td>0.173</td> <td>1.531</td> <td>26.26</td> <td>13.68</td> </tr> <tr> <td><i>Tuberías conductoras</i></td> <td>0.638</td> <td>5.655</td> <td>97.00</td> <td>50.54</td> </tr> <tr> <td rowspan="10"><b><u>Herbazal denso de tierra firme con arbustos</u></b></td> <td><i>Skimmer</i></td> <td>0.052</td> <td>0.457</td> <td>0.40</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td><i>Zodme</i></td> <td>5.921</td> <td>52.466</td> <td>45.74</td> <td>17.00</td> </tr> <tr> <td><i>Apta para vertimientos</i></td> <td>1.335</td> <td>11.833</td> <td>10.32</td> <td>3.83</td> </tr> <tr> <td><i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i></td> <td>0.729</td> <td>6.459</td> <td>5.63</td> <td>2.09</td> </tr> <tr> <td><i>Zodme</i></td> <td>0.227</td> <td>2.013</td> <td>1.76</td> <td>0.65</td> </tr> <tr> <td><i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i></td> <td>0.035</td> <td>0.310</td> <td>0.27</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td><i>Apta</i></td> <td>0.001</td> <td>0.005</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td><i>Derecho de vía línea de flujo</i></td> <td>0.389</td> <td>3.445</td> <td>3.00</td> <td>1.12</td> </tr> <tr> <td><i>Tuberías conductoras</i></td> <td>0.720</td> <td>6.381</td> <td>5.56</td> <td>2.07</td> </tr> <tr> <td><b><u>Palmares</u></b></td> <td><i>MAINLINE PIPES</i></td> <td>0.041</td> <td>0.367</td> <td>12.87</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td rowspan="3"><b><u>Vegetación secundaria baja</u></b></td> <td><i>Skimmer</i></td> <td>0.008</td> <td>0.073</td> <td>0.09</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td><i>Zodme</i></td> <td>0.804</td> <td>7.120</td> <td>9.00</td> <td>5.14</td> </tr> <tr> <td><i>Apta para vertimientos</i></td> <td>0.185</td> <td>1.636</td> <td>2.07</td> <td>1.18</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b><u>Total general</u></b></td> <td></td> <td>11.286</td> <td>100.0</td> <td>224.25</td> <td>99.88</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)</p>	<u>Cobertura</u>	<u>Tipo de infraestructura</u>	<u>Área (Ha)</u>	<u>Área (%)</u>	<u>Volúmen total</u>	<u>Volúmen comercial</u>	<b><u>Bosque de galería y/o ripario</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.013	0.115	1.97	1.03	<i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i>	0.015	0.134	2.30	1.20	<i>Derecho de vía línea de flujo</i>	0.173	1.531	26.26	13.68	<i>Tuberías conductoras</i>	0.638	5.655	97.00	50.54	<b><u>Herbazal denso de tierra firme con arbustos</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.052	0.457	0.40	0.15	<i>Zodme</i>	5.921	52.466	45.74	17.00	<i>Apta para vertimientos</i>	1.335	11.833	10.32	3.83	<i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i>	0.729	6.459	5.63	2.09	<i>Zodme</i>	0.227	2.013	1.76	0.65	<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	0.035	0.310	0.27	0.10	<i>Apta</i>	0.001	0.005	0.00	0.00	<i>Derecho de vía línea de flujo</i>	0.389	3.445	3.00	1.12	<i>Tuberías conductoras</i>	0.720	6.381	5.56	2.07	<b><u>Palmares</u></b>	<i>MAINLINE PIPES</i>	0.041	0.367	12.87	0.05	<b><u>Vegetación secundaria baja</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.008	0.073	0.09	0.05	<i>Zodme</i>	0.804	7.120	9.00	5.14	<i>Apta para vertimientos</i>	0.185	1.636	2.07	1.18		<b><u>Total general</u></b>		11.286	100.0	224.25	99.88
<u>Cobertura</u>	<u>Tipo de infraestructura</u>	<u>Área (Ha)</u>	<u>Área (%)</u>	<u>Volúmen total</u>	<u>Volúmen comercial</u>																																																																																																		
<b><u>Bosque de galería y/o ripario</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.013	0.115	1.97	1.03																																																																																																		
	<i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i>	0.015	0.134	2.30	1.20																																																																																																		
	<i>Derecho de vía línea de flujo</i>	0.173	1.531	26.26	13.68																																																																																																		
	<i>Tuberías conductoras</i>	0.638	5.655	97.00	50.54																																																																																																		
<b><u>Herbazal denso de tierra firme con arbustos</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.052	0.457	0.40	0.15																																																																																																		
	<i>Zodme</i>	5.921	52.466	45.74	17.00																																																																																																		
	<i>Apta para vertimientos</i>	1.335	11.833	10.32	3.83																																																																																																		
	<i>Borde vías a construir para acceso a zodme</i>	0.729	6.459	5.63	2.09																																																																																																		
	<i>Zodme</i>	0.227	2.013	1.76	0.65																																																																																																		
	<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	0.035	0.310	0.27	0.10																																																																																																		
	<i>Apta</i>	0.001	0.005	0.00	0.00																																																																																																		
	<i>Derecho de vía línea de flujo</i>	0.389	3.445	3.00	1.12																																																																																																		
	<i>Tuberías conductoras</i>	0.720	6.381	5.56	2.07																																																																																																		
	<b><u>Palmares</u></b>	<i>MAINLINE PIPES</i>	0.041	0.367	12.87	0.05																																																																																																	
<b><u>Vegetación secundaria baja</u></b>	<i>Skimmer</i>	0.008	0.073	0.09	0.05																																																																																																		
	<i>Zodme</i>	0.804	7.120	9.00	5.14																																																																																																		
	<i>Apta para vertimientos</i>	0.185	1.636	2.07	1.18																																																																																																		
	<b><u>Total general</u></b>		11.286	100.0	224.25	99.88																																																																																																	
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>	El Campo Rubiales, en la actualidad cuenta con este permiso otorgado mediante la resolución 0233 de 2001, la resolución 613 de 2004 la resolución 1168 del 18 de agosto de 2005, resolución 1586 de 2008 y la resolución 768 de 2013, por tanto, no se solicitará permisos adicionales relacionados con residuos sólidos.																																																																																																						
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	El campo Rubiales, en la actualidad cuenta con este permiso otorgado mediante la resolución 0233 de 2001, la resolución 613 de 2004 y la Resolución 1168 del 18 de agosto de 2005, por tanto, no se solicitará en permiso nuevo en esta modificación.																																																																																																						
<b>EMISIONES ATMOSFÉRICAS</b>	El Campo Rubiales en la actualidad cuenta con permiso de emisiones atmosféricas otorgado mediante la resolución 1586 del 12 de septiembre de 2008, la cual establece ambientalmente viable modificar el Artículo Quinto de la resolución 0233 de marzo 16 de 2001, en el sentido de adicionar el permiso de emisiones atmosféricas, por tanto, no se solicitarán permisos nuevos en esta modificación.																																																																																																						

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

## 0.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de impactos ambientales presentes tanto en el escenario con y sin proyecto, considerando la caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico del área de influencia, y de esta forma analizar los posibles impactos a generar para las nuevas actividades de Campo Rubiales.

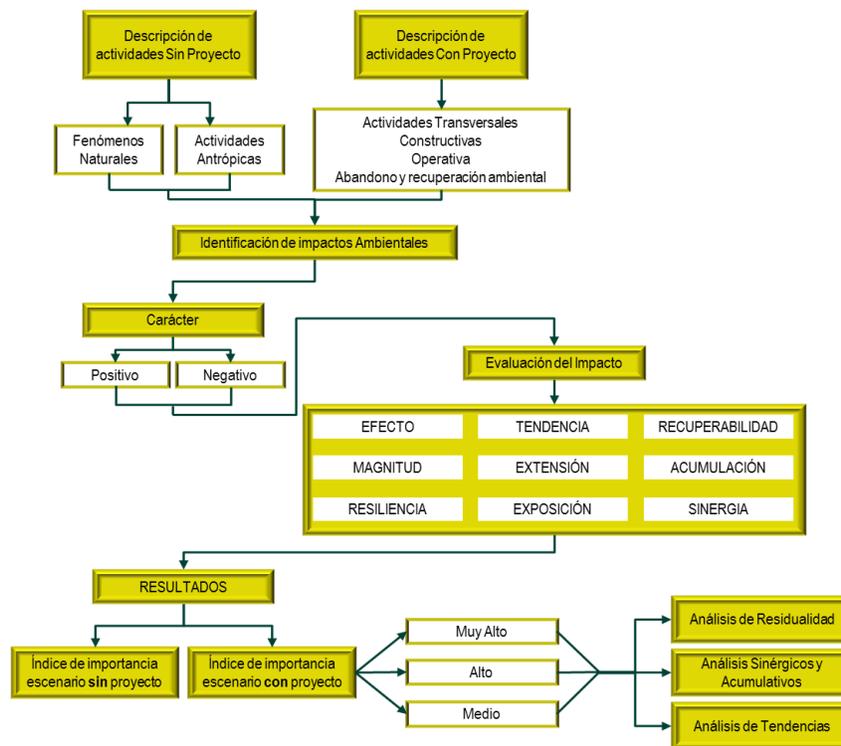
La identificación de impactos desarrollada en este documento contempló la línea base del presente documento, las visitas a campo realizadas por el equipo consultor, así como los estudios de impacto ambiental (EIA) elaborados previamente en Campo Rubiales y el criterio técnico de los distintos profesionales.

Para la elaboración de este capítulo se tomó como referencia la “*Guía para la elaboración de Estudios Ambientales. Anexo 2. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales*” (ECOPETROL S.A, 2015) (la cual se basa en la metodología propuesta por (CONESA, 2010), para efectos de establecer la Importancia Ambiental del Impacto y se interrelaciona con la matriz RAM (Risk Assessment Matrix), con el fin de determinar la Significancia Ambiental (fundamentada en la probabilidad de la ocurrencia que presente cada impacto). Por lo tanto, esta guía de evaluación compila tanto la importancia como la significancia ambiental haciendo que el proceso de evaluación sea más confiable y acertado.

La metodología permite el cálculo del Índice de Importancia Ambiental para cada impacto relacionado con las diferentes actividades. Teniendo los índices calculados, se procedió a realizar un análisis de residualidad en el cual se valoró la incidencia de las medidas de manejo sobre los impactos ambientales y sus correspondientes efectos. En la

Figura 0.30 se presenta el diagrama metodológico general para la evaluación ambiental.

### **Figura 0.30 Esquema metodológico evaluación de impacto ambiental**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.5.1 Participación comunitaria

De conformidad con la metodología establecida para la realización del ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL CAMPO RUBIALES y con el objeto de validar y valorar los impactos para los escenarios sin y con proyecto, se realizaron talleres de evaluación de impacto ambiental en las tres veredas del área de influencia establecida para el proyecto. En la Tabla 0.89 se presenta un resumen de las actividades realizadas.

**Tabla 0.89 Momentos para los lineamientos de participación EIA para la modificación de la licencia del Campo Rubiales**

ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	FECHA	LUGAR	HORA
Convocatorias	1. Instalación de afiches de invitación en lugares estratégicos	15-16 Nov-2018	Vereda Puerto Triunfo	
	2. Entrega de volantes puerta a puerta.	16-17 Nov-2018	Vereda Rubiales	
	3. Perifoneo con grabación de la invitación a la reunión	15-16 Nov-2018	Vereda Santa Helena	
Taller de identificación de impactos y medidas de manejo para las tres veredas	A través de los módulos y stands instalados, se expuso que es un EIA y sus componentes, área de influencia, caracterización de los componentes abiótico, biótico y social, para luego presentar el alcance del proyecto y realizar el taller de identificación de	17-Nov 2018	Salón Comunal Vereda Puerto Triunfo (Fotografía 0.1)	8:00 am a 12:00 m
		17-Nov 2018	Salón Comunal Vereda Rubiales (Fotografía 0.2)	2:00 p.m. a 6:30 p.m.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	FECHA	LUGAR	HORA
	impactos y medidas de manejo, que permitió recoger los aportes de la comunidad.	18-Nov 2018	Salón Comunal Vereda Santa Helena (Fotografía 0.3)	9:00 a.m. a 12:00 m

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### Fotografía 0.1 Taller identificación de impactos vereda Puerta Triunfo



Coordenadas Magna Sirgas Origen Este  
Este: 935950; Norte: 908922  
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### Fotografía 0.2 Taller identificación de impactos vereda Rubiales



Coordenadas Magna Sirgas Origen Este  
Este: 966579; Norte: 911447  
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

**Fotografía 0.3 Taller identificación de impactos vereda Santa Helena**


Coordenadas Magna Sirgas Origen Este  
Este: 954123; Norte: 922943  
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Los talleres realizados para el escenario sin proyecto, se hizo un ejercicio de valoración a partir de los elementos ambientales afectados por las actividades antrópicas que se desarrollan en el área de influencia y para el escenario con proyecto, se hizo una valoración a partir de los elementos ambientales que se podrían ser afectados por las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto. A partir de estos talleres se identificaron un total de 32 impactos entre los dos escenarios, los cuales fueron tenidos en cuenta por el equipo técnico para complementar los análisis y valoración del proyecto. En la Tabla 0.90 se presenta la homologación de impactos identificados por la comunidad y los tenidos en cuenta en la evaluación de impactos del proyecto.

**Tabla 0.90 Homologación de impactos - Escenario sin y con proyecto**

ELEMENTO	IMPACTOS IDENTIFICADOS POR LA COMUNIDAD EN EL TALLER DE IMPACTOS	HOMOLOGACIÓN DE IMPACTOS DEL EIA
Suelo	Perdida de fertilidad del suelo (-)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo
	Reducción de sismicidad (+)	Cambio en la estabilidad del terreno
	Cambio características fisicoquímicas del suelo (-)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo
	Mejoramiento fisicoquímico y biológico del suelo (+)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo
Agua	Reducción del recurso hídrico (-)	Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo
		Cambio en la disponibilidad del recurso hídrico superficial
	Mejoramiento en calidad del agua (+)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico subterráneo
		Cambio en las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas superficiales
	Contaminación del recurso hídrico	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico subterráneo
		Cambio en las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas superficiales
Cambio en las propiedades del agua superficial (-)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas superficiales	
Cambio en las propiedades del agua subterránea (-)	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del recurso hídrico subterráneo	
Aire	Generación de ruido (-)	Cambio en los niveles de presión sonora
	Generación de polvo (-)	Cambio en la concentración de material particulado
	Material particulado (-)	
Flora	Cambio en la composición de la flora (-)	Modificación de la cobertura vegetal



ELEMENTO	IMPACTOS IDENTIFICADOS POR LA COMUNIDAD EN EL TALLER DE IMPACTOS	HOMOLOGACIÓN DE IMPACTOS DEL EIA
	Remoción de cobertura vegetal (-)	Alteración de la estructura y composición florística
		Modificación en integridad del paisaje
		Cambios en la conectividad de ecosistemas naturales
		Modificación de la cobertura vegetal
		Alteración de la estructura y composición florística
		Modificación en integridad del paisaje
Fauna	Desplazamiento de fauna (-)	Cambio en la distribución de la fauna silvestre
	Modificación de la fauna (-)	Cambio en la composición y estructura de la fauna silvestre
	Cambios en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática (-)	Cambio en la distribución de la fauna silvestre
	Disminución fauna acuática (-)	Cambios en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática
Social	Falta de inversión social (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Mejora en estado de las vías (+)	Cambio en la gestión y organización comunitaria
	Mejora en proceso de contratación	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Generación de expectativas (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Falta de atención a quejas y reclamos (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Falta de presencia del gestor social de ECP (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Afectación a la Familia (-)	Cambio en los valores y costumbres culturales
	Generación de empleo (+)	Cambios en el mercado laboral
	Falta de comunicación entre gestor social y comunidad (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Déficit en servicios sociales (Salud y educación) (-)	Cambio en la gestión y organización comunitaria
	Generación de falsas expectativas (-)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Variación en el nivel de ingresos (+)	Variación en el nivel de ingresos
	Capacitación a la comunidad (Infantil) (+)	Cambio en las relaciones comunidad-empresa
	Reducción de bienes y servicios (disponibilidad) (-)	Cambio en la oferta y demanda de bienes y/o servicios locales
	Inversión en Educación (+)	Cambio en la gestión y organización comunitaria

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.5.2 Escenario sin Proyecto

Teniendo en cuenta el estado actual de los componentes abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico y cultural, se identificaron un total de 18 actividades antrópicas que tienen lugar en el área de influencia de la modificación de la licencia ambiental para Campo Rubiales. Estas actividades se dividen en dos grupos: actividades que desarrolla la comunidad en la actualidad y actividades petroleras propias de la operación actual de Campo Rubiales. (Tabla 0.91)

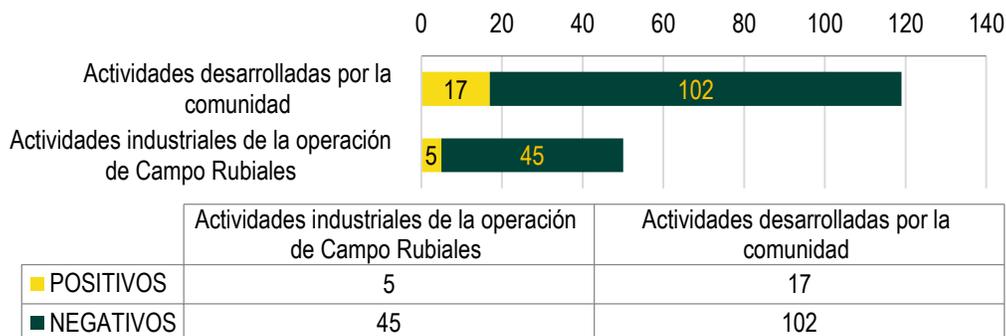
**Tabla 0.91 Actividades antrópicas identificadas**

ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA COMUNIDAD	ACTIVIDADES INDUSTRIALES DE LA OPERACIÓN DE CAMPO RUBIALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Captación, transporte y distribución de agua para uso doméstico</li> <li>- Actividades agropecuarias</li> <li>- Asentamientos humanos</li> <li>- Actividad Comercial</li> <li>- Manejo/disposición de residuos sólidos por los habitantes del área de influencia</li> <li>- Manejo/disposición de residuos líquidos por los habitantes del área de influencia</li> <li>- Tala</li> <li>- Quemas</li> <li>- Desarrollo de plantaciones forestales</li> <li>- Caza y pesca de fauna silvestre</li> <li>- Presencia indígena</li> <li>- Uso de energía para actividades domésticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Captación, transporte y distribución de agua en Campo Rubiales</li> <li>- Manejo/disposición de residuos sólidos generados por industria petrolera del área de influencia</li> <li>- Manejo/disposición de residuos líquidos por industria petrolera del área de influencia</li> <li>- Contratación mano de obra</li> <li>- Movilización y uso de vías existentes</li> <li>- Actividad petrolera asociada a la operación del campo Rubiales</li> </ul>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Teniendo en cuenta las actividades anteriormente mencionadas y relacionadas con un listado de 32 se identificaron un total de 169 interacciones tanto positivos como negativos de los cuales el 87% (147 impactos) son de carácter negativo, mientras que el 13% restante (22 impactos) son positivos. De acuerdo con la distribución de actividades que se realizó (actividades desarrolladas por la comunidad y actividades industriales de la operación de Campo Rubiales en la Figura 0.31, se puede apreciar que los impactos negativos y positivos se encuentran mayoritariamente concentrados en las actividades desarrolladas por la comunidad. Este efecto puede ser consecuencia del seguimiento y compromisos que tiene Campo Rubiales dentro de su licencia ambiental, mientras que las actividades desarrolladas por la comunidad no cuentan con ningún tipo de control.

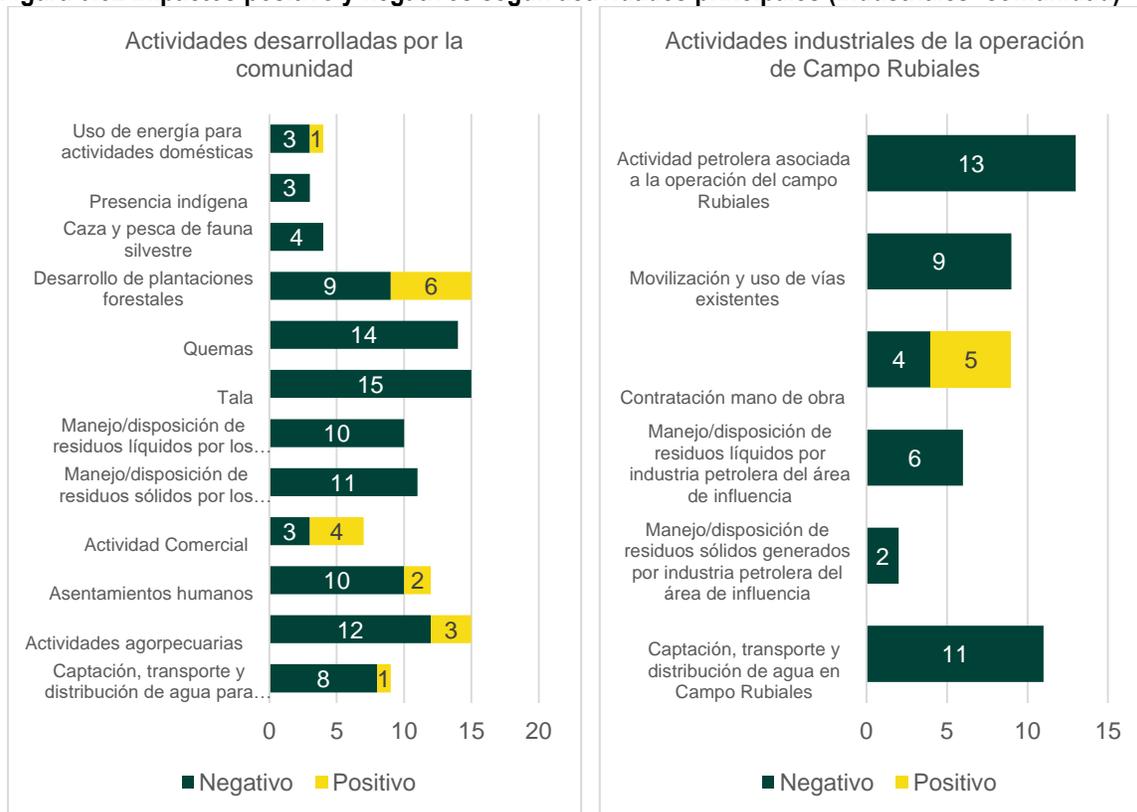
**Figura 0.31 Carácter de los impactos producidos por la comunidad vs los producidos por la operación de Campo Rubiales.**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En la Figura 0.32 se presentan las actividades identificadas para el escenario sin proyecto, donde se identifica que las actividades desarrolladas por la comunidad generan mayor impacto negativo; las actividades que mayor impacto negativo genera son las quemas (15 impactos) y las talas (14 impactos), en cuanto a las actividades desarrolladas por la industria, las que mayores impactos negativos generan son las asociadas a la operación del campo (13 impactos) y las captaciones (11 impactos).

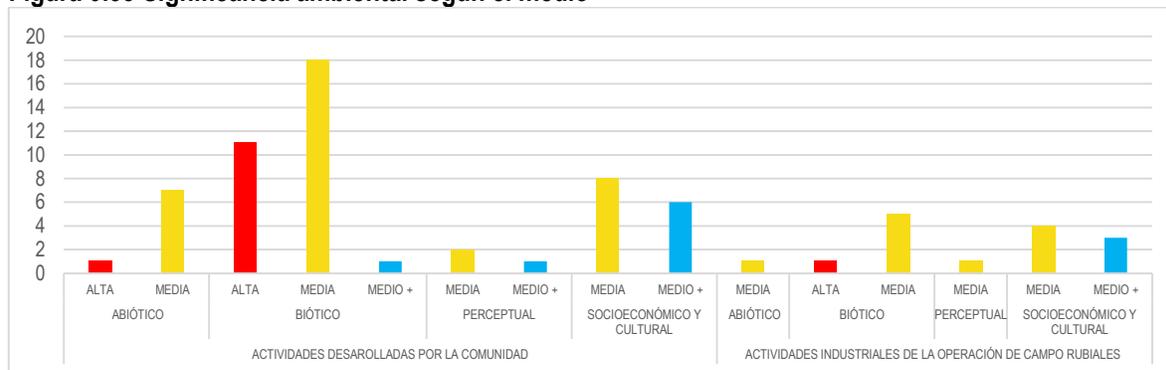
**Figura 0.32 Impactos positivo y negativos según actividades principales (industriales- comunidad)**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

A partir de la identificación y calificación del carácter de los impactos, en la Figura 0.33 se puede observar que los impactos altos, medios y medios positivos según el medio y de acuerdo a las actividades industriales y de la comunidad, donde se puede identificar que el mayor impacto está dado por las actividades desarrolladas por la comunidad, y este se genera en el medio biótico.

**Figura 0.33 Significancia ambiental según el medio**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

De acuerdo con la valoración realizada y con respecto a los resultados que se evidencian, se puede decir que:

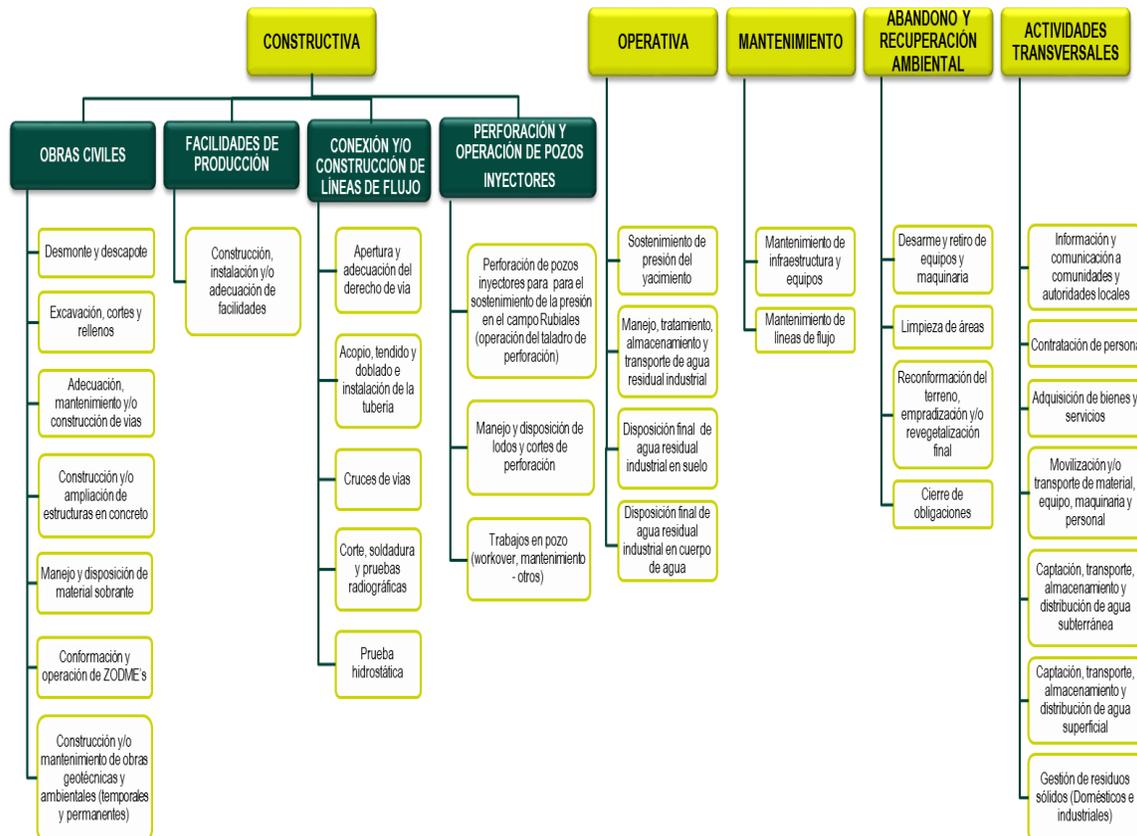
- La magnitud de los impactos es fundamentalmente media correspondiente al 40% (68 impactos), sucesivo de una calificación baja, alta y muy alta correspondiente al 29%, 23% y 8% de los impactos, respectivamente.
- Se puede afirmar que la mayoría de los impactos del proyecto tiene una resiliencia tolerante sobre el ecosistema y/o comunidad correspondiente al 44%, seguido de ser sensible 31%, muy tolerante 18% e intolerante 7%.
- El 51% de los impactos son de tendencia estable lo cual implica que los efectos del impacto se mantienen constantes con el transcurso del tiempo, sucesivo de un 31% de tipo creciente, 15% que son de naturaleza decreciente y exponencial correspondiente al 3%.
- El 47% de los impactos son de extensión local, 41% de ellos son puntual, seguido de parcial 10%, y de tipo extenso 1%. Es decir, que la mayoría de los impactos se manifiestan en un área comprendida entre 1.0 y 5.0 Ha.
- El 38% de los impactos se consideraron con una exposición permanente, con un 30% los de exposición frecuente-prolongada, un 27% temporal-breve, y por último el 12% son Fugaz-Esporádico.
- Los impactos son de recuperabilidad lenta en un 36%, moderada en un 27%, rápida en un 22% e irreparable en un 15%.
- En cuanto a la acumulación de los impactos, éstos se caracterizan por ser de tipo acumulativo el 56% y simple un 44%.
- Adicionalmente, los resultados dan a conocer que 98 impactos es decir el 58% no son de tipo sinérgico.
- El nivel de importancia ambiental (I.A) de los impactos se centra en su mayoría en ser de carácter negativo, de estos los de tipo de importancia menor y localizados son el 37% y 32% respectivamente, mayor 13% y leve el 11%, mientras que para los de importancia positivo se distribuye en localizado, menor, leve y mayor con un 7%, 4%, 2% y 1% respectivamente.

Finalmente, y como resultado de la valoración de cada uno de los parámetros se obtuvo la significancia ambiental la cual se distribuye en un 87 % como impactos negativos de los cuales el 37% son de significancia ambiental baja, el 31% media, 11% muy baja y 8% alta. En cuanto a los impactos positivos que son el 13%, se distribuye en medio "+", bajo "+", y muy baja "+" con un 7%, 4%, y 2% respectivamente.

### **0.5.3 Escenario con Proyecto**

Las actividades objeto de la modificación de la licencia ambiental de Campo Rubiales están inmersas dentro de la estrategia de desarrollo denominada MODELO DE GESTIÓN PARA EL MANEJO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL EN CAMPO RUBIALES, la cual se divide en cinco (5) grandes etapas como se muestra en la Figura 0.34

Figura 0.34 Flujograma de actividades

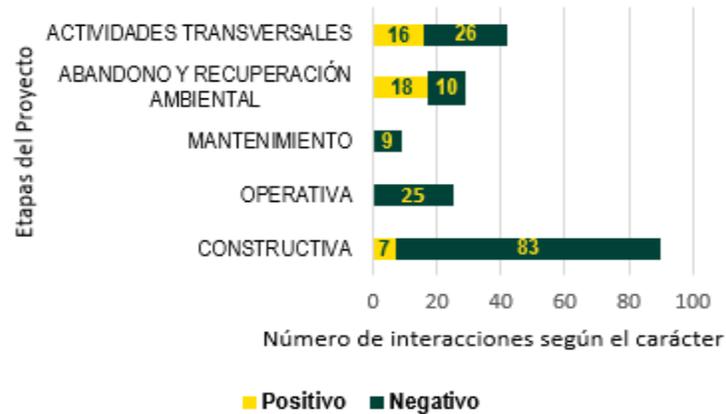


Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

De un total de 32 impactos y 30 actividades resultaron 194 interacciones, de las cuales, el 79% son de carácter negativo (153 interacciones) y 21% de carácter positivo (41 interacciones). En la Figura 0-35, se puede apreciar que los impactos negativos se encuentran mayoritariamente concentrados en las actividades de la etapa Constructiva (83 interacciones), seguida de la etapa Actividades Transversales (26 interacciones), mientras que las positivas se encuentran mayoritariamente en las etapas Abandono y Recuperación Ambiental (18 interacciones) y en la etapa Actividades Transversales (16 interacciones), tanto para la etapa Operativa como la de Mantenimiento no se generarán impactos positivos.



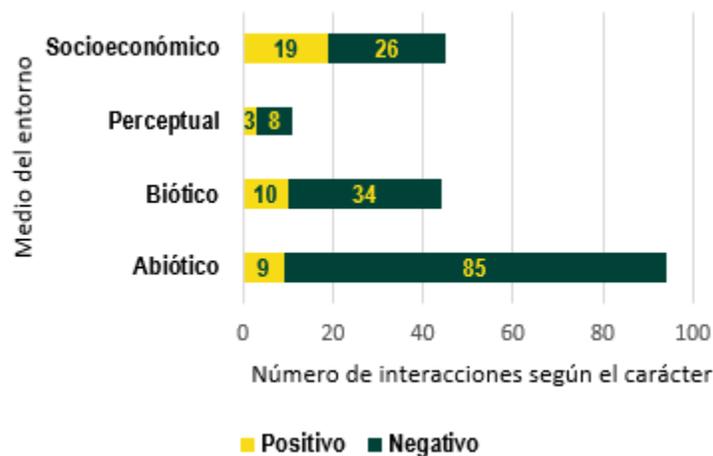
**Figura 0-35** *Carácter de los impactos por cada una de las etapas-escenario con proyecto*



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2019)

En la Figura 0-36 se puede observar que en todos los medios se generarán interacciones positivas, sin embargo, la mayor cantidad de interacciones se presenta en el medio socioeconómico (19 interacciones) seguido del medio biótico y abiótico (10 y 9 interacciones respectivamente). En cuanto a las interacciones negativas se concentran mayoritariamente en el medio abiótico (85 interacciones), seguido por el medio biótico (34 interacciones), y, por último, pero no menos importantes, socioeconómico y perceptual (26 y 8 interacciones, respectivamente).

**Figura 0-36** *Carácter del impacto por medio- escenario con proyecto*



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2019)

De acuerdo con la valoración realizada se puede decir que:

- i. El grado de trascendencia o incidencia que se mide como la magnitud de los impactos es fundamentalmente baja correspondiente al 46% (90 interacciones), sucesivo de una calificación media en proporciones de 42% (81 interacciones), alta y muy alta correspondiente al 9% y 3% de los impactos, respectivamente.



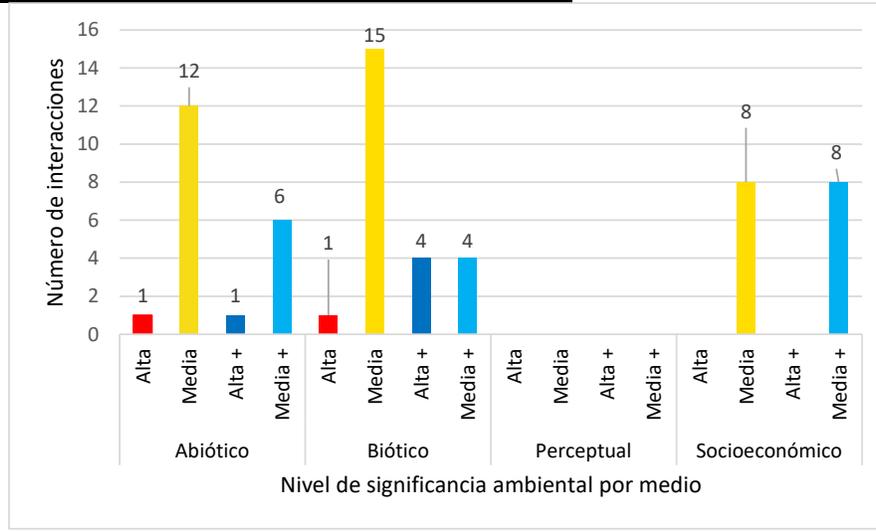
- ii. La capacidad intrínseca del ecosistema y/o la comunidad receptora para absorber, tolerar o asimilar las perturbaciones generadas por las actividades a desarrollar por el proyecto, en su mayoría cuenta con una resiliencia tolerante con un 49% (96 interacciones), los que quiere decir que los efectos del proyecto serán asimilados por el ecosistema y/o comunidad en un tiempo mayor sin que este tiempo adicional sea significativo. El 51% restante se divide entre Resiliencia Muy tolerante 30%, Sensible 16% e intolerante 4%, es decir, 58, 32 y 8 interacciones, respectivamente.
- iii. La tendencia, que se refiere al cambio o al comportamiento que podría manifestar el efecto de un impacto generado por el proyecto en la medida que transcurre el tiempo es estable para el 46%, lo cual implica que los efectos del impacto se mantienen constantes con el transcurso del tiempo (90 interacciones); sucesivo de un 36% de tipo decreciente (69 interacciones), 18% que son de tendencia creciente y de tendencia exponencial correspondiente al 1% (34 y 1 interacciones, respectivamente).
- iv. El 61% de los impactos son de extensión puntual (119 interacciones) y de extensión local 31% (61 interacciones), 6% de ellos son de extensión parcial y el 2% de tipo extenso. Es decir, que la mayoría de los impactos se manifiestan dentro de las instalaciones y/o hasta un área comprendida hasta 5.0 Ha, esto es entre el nivel predial y el nivel veredal.
- v. La exposición de los impactos en su mayoría es breve o temporal (50% representado en 97 interacciones), el 50% restante se distribuye en 24% en rango Frecuente, 21% en Permanente y 6% en exposición esporádica.
- vi. De acuerdo con las calificaciones realizadas por los profesionales los impactos evaluados presentan una recuperabilidad entre rápida y moderada (35% y 34% respectivamente), es decir, que el 69% de las interacciones que se podrían manifestar durante la ejecución del proyecto tienden a durar hasta un máximo de 12 meses. El 31% de las interacciones restantes se divide en una recuperabilidad lenta e irrecuperable (16% y 15% respectivamente).
- vii. En cuanto a la acumulación de los impactos, éstos se caracterizan por ser de tipo simple 72% (140 interacciones), es decir, que estos impactos no tienden a aumentar por las actividades recurrentes. El 28% (54) restante se clasifican dentro de los impactos acumulativos.
- viii. Adicionalmente, los resultados de la evaluación ambiental dan a conocer que 102 interacciones se categorizan como no sinérgicas y equivalen a un 53%, mientras que el 47% restante (92 interacciones) se clasifican en el nivel sinérgico.
- ix. El nivel de importancia ambiental (I.A) de las interacciones se centra en su mayoría en ser de carácter negativo (79%), los cuales se dividen 29% importancia leve, 27% menor y 21% en localizado. En cuanto a las interacciones de carácter positivo están representadas en el 21% de interacciones evaluadas y se distribuye en menor "+", localizado "+", mayor "+" y leve "+", con valores aproximados de 10%, 9%, 2% y 1% respectivamente.

Finalmente, y como resultado de la valoración de cada uno de los parámetros se obtuvo la significancia ambiental la cual se distribuye en 79% en interacciones negativas, de los cuales el 54% (105 interacciones) son de significancia ambiental baja, el 18% media (35 interacciones), 6% (11 interacciones) muy baja y 1% (2 interacciones) alta. En cuanto a los impactos positivos corresponden al 21% de interacciones restantes, se distribuye en media "+" y baja "+" ambas con igual valor en un 9% (18 interacciones) cada una, y alta "+" con 3% (5 interacciones).

De la significancia ambiental dada, en la Figura 0-37 se presentan una gráfica donde se puede observar el número de interacciones con mayor significancia ambiental (altas y medias negativas y positivas) para cada uno de los medios evaluados.



**Figura 0-37 Significancia ambiental alta, media, alta+ y media+**



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2019)

En la Figura 0-37 se evidencia que se van a generar impactos de significancia alta en los medios físico y biótico (una interacción en cada medio, también se destaca que en el medio perceptual se generan interacciones baja y baja”+” pero no de significancias importantes; los medios abiótico, biótico y socioeconómico evidencian interacciones con significancia media con doce, quince y ocho interacciones, respectivamente. En cuanto a impactos positivos se evidencian alto positivo en el medio abiótico y biótico (1 y 4 interacciones, respectivamente), mientras que los calificados como media positiva se evidencia en orden descendente en los medios socioeconómico, abiótico y biótico con ocho, seis y cuatro interacciones, respectivamente.

### 0.5.3.1 Análisis de impacto residual

**Tabla 0-92 Análisis de residualidad para el impacto Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo**

IMPACTO		CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO		
ACTIVIDAD	NIVEL DE IMPORTANCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO	
Disposición final de agua residual industrial en suelo	Mayor	D: Bastante probable que ocurra	ALTA	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO				
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA	
Manejo de aguas residuales industriales	7.1.1.9	Prevención	$X = \frac{\text{\# de monitoreos al vertimiento realizados}}{\text{\# de monitoreos al vertimiento programados}} \times 100$ $X = \frac{\text{\# de parámetros que cumplen los límites establecidos en el Decreto Único 1076 de 2015 o la norma que lo modifique}}{\text{\# de parámetros monitoreados de agua residual industrial}} \times 100$	
Manejo de suelo para el vertimiento del agua residual industrial	7.1.1.16	Mitigación Prevención	$X = \frac{\text{\# de contaminantes evaluados en suelo que se ajustan al límite establecido en la normatividad legal vigente}}{\text{\# total de contaminantes evaluados en suelo}} \times 100$ $X = \text{\# de parámetros fisicoquímicos (relativos a fertilidad)}$	



IMPACTO	CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DEL SUELO
	<i>evaluados en el suelo de vertimiento / # de parámetros fisicoquímicos (relativos a fertilidad) totales) x 100</i>
<b>% EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>15. Alta (61%-80%)</b>
<i>Se califica con una alta efectividad del 61-80% la aplicación de las medidas de manejo propuestas, debido que se contempla preservar al máximo las propiedades físicas evitando compactar el suelo y dañar la estructura por el pase de la maquinaria, esto con el fin de evitar la pérdida de sus propiedades de conducción del agua y aire, así mismo se procura evitar la mezcla del suelo con otros agentes contaminantes, esto con el fin de conservar la química que tiene el suelo, en caso de ser usado para el establecimiento o reconfiguración de coberturas vegetales.</i>	
<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO</b>	<b>1. Muy Largo plazo (&gt;5 años)</b>
<i>Se califica como muy largo plazo, debido que, al usar estas medidas de manejo, necesitan entrar en un proceso de interacción con el medio ambiente, el clima, la vegetación presente y la micro-macrofauna, todo esto en función del tiempo, para que gradualmente se integren los componentes fisicoquímicos del suelo y continúen con el proceso formador.</i>	
<b>ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL CON MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>1. Leve</b>
<b>SIGNIFICANCIA AMBIENTAL CON MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>Baja</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2019)

**Tabla 0-93 Análisis de residualidad para el impacto Cambio en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática**

IMPACTO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL HÁBITAT, LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA BIOTA ACUÁTICA		
ACTIVIDAD	NIVEL DE IMPORTANCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO
<i>Disposición final de agua residual industrial en cuerpo de agua</i>	<b>Mayor</b>	<i>D: Bastante probable que ocurra</i>	<b>ALTA</b>
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO</b>			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
<i>Protección y conservación de hábitats</i>	<i>7.2.2.1</i>	<i>Prevención</i>	<i>X = (Sitios de importancia ecológica y corredores de movimiento protegidos) / (Sitios de importancia ecológica y corredores de movimiento identificados) x 100</i>
<i>Manejo del recurso hidrobiológico</i>	<i>7.2.4.1</i>	<i>Prevención</i>	<i>X = (Número de señales ubicadas) / (Número de señales propuestas en fuentes hídricas próximas a áreas de intervención) x 100</i>
<b>% EFECTIVIDAD DE LA MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>10. Moderada (31-60%)</b>		
<i>La efectividad de la medida de manejo es media, entre un 31% a 60%, debido a que estas medidas están enfocadas a prevenir la afectación a este cuerpo de agua.</i>			
<b>TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO</b>	<b>3. Mediano plazo (1-12 meses)</b>		
<i>El tiempo de recuperación del área es a mediano plazo, pues las comunidades hidrobiológicas dependen de la recuperación de las características fisicoquímicas del medio para retomar a sus condiciones iniciales.</i>			
<b>ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL CON MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>1. Leve</b>		
<b>SIGNIFICANCIA AMBIENTAL CON MEDIDA DE MANEJO</b>	<b>Baja</b>		

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2019)

#### 0.5.4 Evaluación Económica

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales, desarrollado en el Capítulo 5.1 de Evaluación Ambiental del EIA.

Impactos significativos y/o relevantes

En Respuesta al Requerimiento No. 29, consignado en el Acta de Reunión de Información Adicional No. 26 de 2019, en este capítulo se actualiza la selección de impactos relevantes de acuerdo con la solicitud de la autoridad para el capítulo de evaluación ambiental.

El análisis de residualidad presentado en el numeral 5.2.3.6 del capítulo de Evaluación Ambiental, se desarrolla de acuerdo con los criterios metodológicos consignados en el apartado 5.1.1.2 sobre impactos residuales, que explica que los impactos relevantes corresponden a los impactos significativos de naturaleza negativa generados por el proyecto, de acuerdo con su nivel de importancia, probabilidad de ocurrencia y significancia ambiental. A partir de los resultados de este análisis, se identifican los impactos potenciales que presentan la mayor importancia ambiental, es decir, los impactos relevantes negativos dentro de la categoría localizado, mayor y masivo, que a su vez presentan una probabilidad de ocurrencia de C, D y E, y una significancia ambiental Alta y Muy Alta, dado que son estos impactos los que pueden generar una mayor alteración sobre el bienestar de la población del área de influencia de este proyecto.

Para la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales se identifican dos (2) impactos significativos a saber: 1) cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y 2) cambios en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática, todos estos impactos son generados por las diferentes actividades que se llevan cabo con el desarrollo del proyecto, sin embargo son las actividades de disposición final de agua residual industrial en el suelo y en cuerpo de agua con las que los impactos se manifiestan con mayor intensidad

##### 0.5.4.1 Análisis de internalización de impactos ambientales

El análisis de internalización complementa el análisis de residualidad presentado en el numeral 5.2.3.6 del capítulo de Evaluación Ambiental y está ligado a los programas, proyectos y actividades establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (Capítulo 7) así mismo el análisis parte de los resultados de la evaluación ambiental donde se adaptaron procedimientos específicos para capturar la información requerida para el desarrollo del análisis.

- **Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo**

Los cambios en las características de los suelos se pueden presentar por alteración directa o indirecta de sus propiedades físicas, químicas biológicas, las cuales modifican su fertilidad natural y por consiguiente su capacidad de uso. En cuanto al desarrollo del proyecto, se identificó que la actividad de disposición final de agua residual industrial en suelo genera este impacto con un nivel de importancia localizado y significancia ambiental alta.

En este contexto, se determina si es indispensable realizar un análisis de internalización, que identifique los impactos que pueden ser prevenidos o corregidos mediante medidas de manejo, o si por el contrario deben ser valorados económicamente. De igual forma, la cuantificación del cambio del servicio ecosistémico está

representada por el área estimadas para realizar la disposición de aguas residuales a suelo y que asciende a 598,44 ha

Teniendo en cuenta que el tiempo de recuperación de las medidas de manejo se califican de muy largo plazo y que la eficacia oscila entre el 61%-80%, las medidas propuestas no alcanzan a prevenir o corregir potenciales afectaciones del suelo, además de que no permiten la recuperación al 100% del suelo, razón por la cual, a pesar que se genera una inversión de \$1.1197.024.692 pesos para la implementación de las medidas, estas no alcanzan a internalizar el impacto, por ende se valora económicamente.

- **Cambios en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática**

Este impacto está asociado con la transformación de la estructura y la distribución espacial de comunidades hidrobiológicas, como consecuencia de la disposición final de agua residual industrial en Caño Rubiales, lo cual repercute con una significancia ambiental media los cuerpos de agua.

En ese sentido, los servicios ecosistémicos que pueden verse afectados están relacionados con el hábitat de las especies acuáticas. La afectación de estos hábitats puede incidir en la reducción del número de especies, lo que puede llevar a una menor estabilidad de las comunidades, además de cambios en su estructura funcional. Así mismo, la alteración de los cuerpos de agua puede generar cambios en la composición de especies, biomasa, distribución de tamaños y estructura funcional de la biota acuática (Roa-Fuentes & Pérez Mayorga, 2018).

Si bien las medidas están encaminadas a que la disposición final de agua residual industrial en cuerpos de agua se lleve a cabo de acuerdo con lo establecido en la normatividad, el tiempo de recuperación es de mediano plazo y la efectividad de las medidas de manejo es media entre un 31% a 60% y están enfocadas a prevenir la afectación de los cuerpos de agua, por tanto, el impacto es valorado económicamente.

#### 0.5.4.2 Evaluación económica de impactos no internalizables

Con base en los métodos utilizados se obtiene la estimación del valor económico de los impactos ambientales a generar con el proyecto, cuyo consolidado se observa en la Tabla 0.94. Se presentan asimismo los costos de los impactos para la vida útil del proyecto (7 años) descontados con una tasa social de descuento del 12%, establecida por el DNP para Colombia.

**Tabla 0.94 Consolidado de costos ambientales**

<u>COSTOS</u>	<u>VALOR ANUAL (\$)</u>	<u>VPN (TD12%) (\$)</u>
<u>Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo</u>	<u>\$ 132.893.297,96</u>	<u>11.923.316.628</u>
<u>Cambios en la calidad del hábitat, la composición y estructura de la biota acuática</u>	<u>42.000.000</u>	<u>218.338.084</u>
<b>TOTAL ESTIMACIÓN COSTOS</b>	<b><u>174.494.609.072</u></b>	<b><u>2.773.683.187</u></b>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.5.4.3 Valoración de beneficios

Con las estimaciones realizadas se determinó del valor económico de los beneficios ambientales que generaría el proyecto, cuyo consolidado se observa en la Tabla 0.95, donde se presentan los valores de los beneficios

para la vida útil del proyecto (7 años) y teniendo en cuenta los parámetros de una tasa social de descuento del 12%.

**Tabla 0.95 Consolidado de beneficios ambientales**

BENEFICIOS	VALOR ANUAL (COP\$ 2018=100)	VPN
Beneficio por mano de obra	\$ 305.609.072	\$ 305.609.072
<i>Beneficio por inversiones sociales</i>	<i>\$ 17.189.000.000</i>	<i>\$ 17.189.000.000</i>
<b>Total</b>	<b>\$ 17.494.609.072</b>	<b>\$ 17.496.609.072</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

#### 0.5.4.4 Análisis costo beneficio

Para dar cumplimiento al requerimiento 32 que indica que se debe: “ajustar el flujo de costos y beneficios, criterios de decisión y análisis de sensibilidad de acuerdo con los requerimientos precedentes solicitados por esta Autoridad y el horizonte temporal de las actividades objeto de modificación”. En la Tabla 0.96 se presenta el consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales, los cuales arrojan un flujo de caja descontado positivo que asciende a \$14.720.925.885 y una relación costo beneficio de 6,31.

**Tabla 0.96 Flujo económico**

COSTOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	VPN (Valor descontado 12%)
<i>Cambio en las coberturas vegetales naturales</i>	<i>132.893.298</i>	<i>137.012.990</i>	<i>141.260.393</i>	<i>145.639.465</i>	<i>150.154.288</i>	<i>154.809.071</i>	<i>159.608.153</i>	<i>164.556.005</i>	<i>810.069.367</i>
<i>Biota acuática</i>	<i>42.000.000</i>	<i>388.800.000</i>	<i>400.852.800</i>	<i>413.279.237</i>	<i>426.090.893</i>	<i>439.299.711</i>	<i>452.918.002</i>	<i>466.958.460</i>	<i>1.963.613.820</i>
<b>TOTAL ESTIMACIÓN COSTOS</b>									<b>2.773.683.187</b>
BENEFICIOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	VPN (Valor descontado 12%)
<i>Beneficio por mano de obra</i>	<i>305.609.072</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>305.609.072</i>
<i>Beneficio por desarrollo de proyectos sociales</i>	<i>17.189.000.000</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>17.189.000.000</i>
<b>TOTAL ESTIMACIÓN BENEFICIOS</b>	<b>17.494.609.072</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>17.494.609.072</b>
<b>Total beneficio - costo</b>									<b>14.720.925.885</b>
<b>RELACION BENEFICIO / COSTO</b>									<b>6,31</b>

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

## 0.6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

Para la zonificación de manejo ambiental de este estudio, se consideraron como principales aspectos las actividades objeto de modificación de licencia presentadas en el capítulo 2 Descripción del Proyecto, y la interacción de la evaluación de impacto de las actividades (Capítulo 5), el resultado de la zonificación ambiental (capítulo 3.6), y los resultados de las modelaciones de agua y suelo, con lo cual se obtuvo la zonificación de manejo ambiental que se presenta en este capítulo. Elementos que fueron actualizados para dar respuesta los requerimientos de información adicional efectuado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA

en la reunión de información adicional desarrollada el 1 de abril de 2019 en el marco del proceso de evaluación de la modificación de licencia ambiental del campo, radicada por Ecopetrol S.A. el 31 de enero de 2019, según número 2019009755-1-000.

El análisis de cada una de las unidades de manejo se realizó de manera cualitativa y cuantitativa acorde con lo que establecen los términos de referencia, y se agrupó en las unidades establecidas en la Metodología de Zonificación definida para el estudio (Ver Capítulo 3.6 Zonificación Ambiental y Capítulo 1. Generalidades) en donde se establecen en cuenta las siguientes categorías: (Ver Figura 0.1).

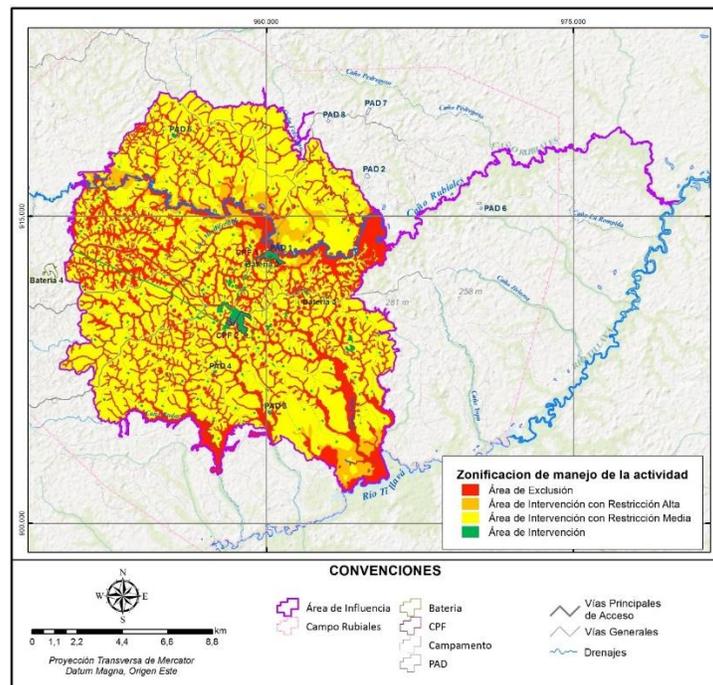
**Figura 0.1 Relación de la zonificación de manejo de la actividad / Niveles de sensibilidad/importancia (S/I)**



(Ecopetrol, Guía para la Elaboración de Estudios Ambientales Anexo 3. Zonificación Ambiental en áreas de interés petrolero, 2015) y modificado por Concol by WSP.

De acuerdo con las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas y culturales del Área de Influencia establecida para la modificación de la licencia global del Campo Rubiales, se obtuvo la siguiente distribución de las áreas según su grado de intervención y zonificación de manejo ambiental del proyecto (Ver **Figura 0.2**)

**Figura 0.2 Zonificación de manejo ambiental del proyecto**



Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En la Tabla 0.97, se describen las actividades a desarrollarse durante la ejecución del proyecto teniendo en cuenta los resultados de la zonificación de manejo

**Tabla 0.97 Zonificación de manejo ambiental para la modificación de la licencia ambiental del campo Rubiales**

ÁREA DE MANEJO	RESTRICCIÓN	ACTIVIDAD PERMITIDA	ACTIVIDAD NO PERMITIDA
Exclusión	Manantiales de agua y su ronda de protección de 100 m.	*Ninguna actividad nueva. *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	*Todas las actividades nuevas del proyecto
Exclusión	Lagunas con ronda de protección de 30 m	*Ninguna actividad nueva *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente.	*Todas las actividades nuevas del proyecto
Exclusión	Palmares	*Ninguna actividad nueva. *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	*Todas las actividades nuevas del proyecto
Exclusión	Cuerpos de agua lóticos (ríos, quebradas, caños), y su ronda de protección de 30 m.	*Realizar obras lineales (líneas de flujo), para disposición de agua residual tratada y considerando la ocupación de cauce; construcción de obras de drenaje para control geotécnico; captación de agua, (cumpliendo con medidas específicas de manejo). *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	* Construcción de ZODME y facilidades de producción *Inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento.
Exclusión	Casas de habitación y su ronda de protección de 100 m	*Ninguna actividad nueva. *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	*Todas las actividades nuevas del proyecto



ÁREA DE MANEJO	RESTRICCIÓN	ACTIVIDAD PERMITIDA	ACTIVIDAD NO PERMITIDA
Exclusión	Oleoducto y su ronda de protección de 50 m.	*Ninguna actividad nueva. *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	*Todas las actividades nuevas del proyecto
Exclusión	Bosques de galería	*Realizar obras lineales (líneas de flujo) para transporte de agua residual industrial tratada; aprovechamiento forestal; construcción de obras de drenaje para control geotécnico (cumpliendo con medidas específicas de manejo) *Mantenimiento y adecuación de infraestructura existente	*Todas las actividades nuevas del proyecto
Intervención con restricción alta	De acuerdo con la Resolución 233 de 2001 (Licencia Global) las planicies aluviales confinadas y terrazas de acumulación.	*Realizar obras lineales (líneas de flujo), construcción de vías de acceso, facilidades de producción, reinyección/inyección, instalación, montaje, operación y mantenimiento de los equipos e infraestructura necesaria	*Vertimiento en suelo
	Áreas de estabilidad geotécnica baja.		
	Unidades de suelos de vallecitos.		
Intervención con restricción media	Zonas con estabilidad geotécnica alta y muy alta.	*Vertimiento en suelo; realizar obras lineales (líneas de flujo), construcción de ZODME, construcción de vías de acceso, facilidades de producción, instalación, montaje, operación y mantenimiento de los equipos e infraestructura necesaria, inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento  *Todas las actividades establecidas en la Licencia Ambiental  *Para las actividades de vertimiento en suelo e inyección para el sostenimiento de presión del yacimiento, se aplicarán medidas de manejo específicas.	*Ninguna
	Unidades de suelos en terrenos ligeramente planos a planos que por su continuidad y uniformidad del terreno facilita la instalación de infraestructura.		
	Sin o con vulnerabilidad media de contaminación de acuíferos.		
	Áreas con coberturas de herbazales densos de tierra firme, vegetación secundaria y coberturas antrópicas.		
	Unidades territoriales con existencia de una JAC legalmente constituida, predominancia de predios de extensos y acceso limitado a servicios públicos.		
Áreas de Intervención	Infraestructura existente y conexas asociadas a la actividad de hidrocarburos	*Todas las actividades del proyecto	*Ninguna
	Línea eléctrica de alta tensión y su ronda de protección de 50 m.		

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018)

## 0.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

### 0.7.1 Medio Abiótico

para el medio físico se presentan dos (2) grandes programas en los que se agrupan 16 subprogramas que contienen las medidas de manejo propuestas específicamente para las actividades objeto de modificación de licencia.



Así mismo, este nuevo Plan de Manejo vincula, acoge y continua las actividades que, en el marco de las Licencias anteriores obtenidas para el Campo Rubiales, continúan vigentes para la nueva modificación solicitada.

En virtud de la información adicional solicitada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, mediante la Audiencia sostenida el pasado 1 de abril con acta No. 26 de 2019, se incluye en el presente numeral la atención al Requerimiento No.18 “Aclarar o ajustar la selección de los parámetros fisicoquímicos y sus concentraciones máximas en las ARnD tratadas previo a su disposición en suelos”, y al Requerimiento No. 34 “Aclarar y especificar respecto de ficha «Manejo de suelo para el vertimiento del agua residual industrial», el alcance de uso de gramíneas introducidas”, de forma tal que en la nueva versión presentada a evaluación de la Autoridad Ambiental, se actualizaron los aspectos aplicables a la definición de los parámetros de medición del agua industrial a emplear en el vertimiento a suelo, así como lo relacionado con las actividades consideradas para las áreas de aptitud al vertimiento al suelo, siendo este ajuste la raíz de la reorganización de los programas y subprogramas contenidos en el PMA del medio abiótico:

En la Tabla 0.98 se presenta la distribución de los programas y subprogramas propuestos para el medio abiótico

**Tabla 0.98 Estructura de los programas de manejo ambiental del medio abiótico**

		PROGRAMA	SUBPROGRAMA	
7.1 MEDIO ABIÓTICO	7.1.1	Programa de manejo del suelo	7.1.1.1	Manejo y disposición de material sobrante
			7.1.1.2	Manejo de taludes
			7.1.1.3	Manejo Paisajístico
			7.1.1.4	Manejo de materiales de construcción
			7.1.1.7	Movilización y montaje de equipos
			7.1.1.9	Manejo de aguas residuales industriales
			7.1.1.11.2	Manejo de lodos y cortes de perforación
			7.1.1.12	Manejo de los procesos de erosión laminar en relieve colinado
			7.1.1.13	Manejo de procesos de erosión en surcos y cárcavas
			7.1.1.14	Manejo para la adecuación y mantenimiento de vías
			7.1.1.16	Proceso de Inyección de agua para sostenimiento de presión
	7.1.1.17	Manejo de suelo para el vertimiento del agua residual industrial		
	7.1.2	Programa Manejo del recurso hídrico	7.1.2.1	Adecuación y construcción de líneas de flujo
			7.1.2.2	Manejo ambiental de la captación de agua subterránea
			7.1.2.3	Manejo ambiental de la captación de agua superficial
			7.1.2.4	Manejo de aguas subterráneas y acuíferos

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.7.2 Medio Biótico

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) del medio biótico busca prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos negativos ocasionados por las actividades del campo Rubiales sobre el medio. Se encuentra estructurado en cinco (5) programas y nueve (9) subprogramas, los cuales se muestran en la Tabla 0.99. Cabe mencionar que en el desarrollo del siguiente capítulo, se presentan los ajustes en atención al requerimiento 33 “Incluir las medidas de manejo que contengan los impactos que sean valorados sobre la fauna y flora por las actividades de vertimiento al suelo; así mismo, se deberán ajustar las medidas propuestas para los impactos sobre la fauna por las actividades de vertimiento a caño Rubiales.” efectuado por la autoridad en la reunión de información adicional del 1 de abril de 2019, desarrollada en el marco de la evaluación de la modificación de licencia ambiental del campo Rubiales., Ecopetrol S.A. actualizó los aspectos aplicables en los programas de manejo del medio biótico, particularmente los subprogramas 7.2.1.2 Manejo de la fauna silvestre, 7.2.3.1 Revegetalización de áreas intervenidas y 7.2.5.1 Conservación de especies de fauna en peligro.

**Tabla 0.99 Estructura de los programas de manejo ambiental del medio biótico**

7.2 MEDIO BIÓTICO	PROGRAMA		SUBPROGRAMA	
			7.2.1.1	Manejo de remoción de cobertura y descapote
		7.2.1.2	Manejo de la Fauna	
		7.2.1.3	Manejo de la Flora	
	7.2.1	Programa de manejo del suelo	7.2.1.3.1	Programa de conservación de especies vegetales con alguna categoría de amenaza en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.
			7.2.1.4	Manejo aprovechamiento forestal
	7.2.2	Programa Protección y conservación de hábitats	7.2.2.1	Protección y conservación de hábitats
	7.2.3	Programa de revegetalización y/o reforestación	7.2.3.1	Revegetalización de áreas de intervenidas
	7.2.4	Manejo del recurso hidrobiológico	7.2.4.1	Manejo del recurso hidrobiológico
	7.2.5	Programa de conservación de especies faunísticas	7.2.5.1	Conservación de especies de fauna en peligro

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.7.3 Medio Socioeconómico

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) del medio socioeconómico y cultural busca prevenir, mitigar, corregir y/o



compensar los impactos negativos ocasionados por las actividades del Campo Rubiales sobre el medio. Se encuentra estructurado en cinco (5) programas y siete (7) subprogramas, los cuales se muestran en la Tabla 0.100

**Tabla 0.100 Estructura de los programas de manejo ambiental del medio socioeconómico**

7.3 MEDIO SOCIOECONOMICO	PROGRAMA		SUBPROGRAMA	
	7.3.1	Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	7.3.1.1	Capacitación ambiental a trabajadores
		7.3.1.2	Señalización y capacitación para la movilización de vehículos y/o equipos	
7.3.2	Programa de información y participación comunitaria y de autoridades locales	7.3.2.1	Información y comunicación a comunidades y autoridades locales	
7.3.3	Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto	7.3.3.1	Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto	
		7.3.3.2	Fortalecimiento a la participación ciudadana	
7.3.4	Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional	7.3.4.1	Apoyo a la capacidad de gestión institucional	
7.3.5	Programa de arqueología preventiva	7.3.5.1	Arqueología Preventiva. (Se incluirá la ficha, una vez el ICANH la apruebe en el marco del diagnóstico arqueológico presentado)	

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018, 2018)

## 0.8 PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

### 0.8.1 PSM del medio Abiótico

El Plan de Seguimiento y Monitoreo del Medio Abiótico está estructurado en cuatro (4), las cuales se relacionan en la Tabla 0.101, junto con los subprogramas de seguimiento que agrupan los programas y acciones de manejo ambiental.

**Tabla 0.101 Estructura del plan de Seguimiento y Monitoreo para el medio Abiótico, y su relación con los programas de Manejo Ambiental**

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MEDIO ABIÓTICO		FICHA MANEJO AMBIENTAL	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL
8.1.1	Seguimiento a las aguas residuales, corrientes receptoras y aguas superficiales	7.1.1.9 Manejo de aguas residuales industriales	7.1.1 Programa de manejo de suelo
		7.1.2.3 Manejo ambiental de la captación de agua superficial	7.1.2 Programa Manejo del recurso hídrico
		7.1.2.2 Manejo ambiental de la captación de agua subterránea	
		7.1.2.4 Manejo de aguas subterráneas y acuíferos	
8.1.2	Seguimiento al agua subterránea	7.1.2.2 Manejo ambiental de la captación de agua subterránea 7.1.2.4 Manejo de aguas subterráneas y acuíferos	7.1.2 Programa Manejo del recurso hídrico
8.1.3	Seguimiento a Suelos	7.1.1.1 Manejo y disposición de material sobrante	7.1.1 Programa de manejo de suelo

		7.1.1.2 Manejo de taludes 7.1.1.3 Manejo Paisajístico 7.1.1.4 Manejo de materiales de construcción 7.1.1.7 Movilización y montaje de equipos 7.1.1.12 Manejo de los procesos de erosión laminar en relieve colinado 7.1.1.13 Manejo de procesos de erosión en surcos y cárcavas 7.1.1.14 Manejo para la adecuación y mantenimiento de vías 7.1.116 Proceso de inyección de agua para sostenimiento de presión 7.1.1.17 Manejo del suelo para el vertimiento del agua residual industrial	
		7.1.2.1 Adecuación y construcción de líneas de flujo	7.1.2 Programa Manejo del recurso hídrico
8.1.4	Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos	7.1.1.11.2 Manejo de lodos y cortes de perforación	7.1.1 Programa de manejo del suelo

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

El contenido del programa de seguimiento y monitoreo se definió tomando como base los términos de referencia HI-TER 1-03 de 2010, para la estructura de las medidas de seguimiento y monitoreo para el campo Rubiales.

En virtud de la información adicional solicitada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, mediante la Audiencia sostenida el pasado 1 de abril con acta No. 26 de 2019, se incluye como complemento a la información adicional con la que se atienden el Requerimiento No.18 “Aclarar o ajustar la selección de los parámetros fisicoquímicos y sus concentraciones máximas en las ARnD tratadas previo a su disposición en suelos”, y el Requerimiento No. 34 “Aclarar y especificar respecto de ficha «Manejo de suelo para el vertimiento del agua residual industrial», los ajustes que provienen de la modificación de las fichas en las que dicha información fue incluida.

## 0.8.2 PSM del medio Biótico

Con el objetivo de dar respuesta al requerimiento número 35 “Ajustar en el Plan de Seguimiento y Monitoreo, la ficha de seguimiento que incluya los impactos sobre la fauna, teniendo en cuenta los cambios y complementos solicitados en el Plan de Manejo Ambiental del medio biótico” se ajusta el Plan de Seguimiento y Monitoreo del Medio Biótico, estructurado en seis (6) fichas, las cuales se relacionan en la Tabla 0.102 junto con los subprogramas y Programas de manejo ambiental a los que pretende hacer el seguimiento.

**Tabla 0.102 Estructura del plan de Seguimiento y Monitoreo para el medio Biótico, y su relación con los programas de Manejo Ambiental**

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MEDIO BIÓTICO		FICHA MANEJO AMBIENTAL	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL
8.2.1	Seguimiento a la remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal	7.2.1.1 Manejo de remoción de cobertura y descapote 7.2.1.4 Manejo aprovechamiento forestal	7.2.1 Programa de manejo del suelo
8.2.2	Seguimiento a la revegetalización y reforestación	7.2.3.1 Revegetalización de áreas de intervenidas	7.2.3 Programa de revegetalización y/o reforestación
8.2.3	Seguimiento de flora	7.2.1.3 Manejo de la Flora	7.2.1 Programa de manejo del

		7.2.1.3.1 Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.	suelo
8.2.4	Seguimiento y monitoreo al recurso fauna silvestre	7.2.1.2 Manejo de la Fauna	7.2.1 Programa de manejo del suelo
		7.2.2.1 Protección y conservación de hábitats	7.2.2 Programa Protección y conservación de hábitats
		7.2.5.1 Conservación de especies de fauna en peligro	7.2.5 Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas
8.2.5	Seguimiento y monitoreo al manejo del recurso hidrobiológico	7.2.4.1 Manejo del recurso hídrico	7.2.4 Manejo del recurso hídrico
8.2.6	Seguimiento al Plan de inversión del 1%		

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.8.3 PSM del medio Socioeconómico

El Plan de Seguimiento y Monitoreo del Medio Socioeconómico está estructurado en cinco (5) fichas, las cuales se relacionan en la Tabla 0.103 junto con los Programas y Subprogramas de manejo ambiental a los que realiza el seguimiento.

**Tabla 0.103 Estructura del Plan de Seguimiento y Monitoreo para el Medio Socioeconómico y Cultural, y su relación con los Programas de Manejo Ambiental**

PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AL MEDIO SOCIOECONÓMICO	PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	FICHA MANEJO AMBIENTAL
8.3.1 Manejo de los impactos sociales del proyecto.	7.3.1 Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto.	7.3.1.1 Capacitación ambiental a trabajadores.
8.3.2 Seguimiento a la efectividad de los programas del plan de gestión social.		7.3.1.2 Señalización y capacitación para la movilización de vehículos y/o equipos.
8.3.3 Seguimiento a los conflictos sociales generados durante las diferentes etapas del proyecto.	7.3.2 Programa de información y participación comunitaria.	7.3.2.1 Información y comunicación a comunidades y autoridades locales.
8.3.4 Seguimiento a la atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades.	7.3.3 Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto.	7.3.3.1 Apoyo a procesos de educación a habitantes del área de influencia directa del proyecto.
8.3.5 Seguimiento a la participación e información oportuna de las comunidades		7.3.3.2 Fortalecimiento a la participación ciudadana.
	7.3.4 Programa de apoyo a la capacidad de gestión institucional.	7.3.4.1 Apoyo a la capacidad de gestión institucional.

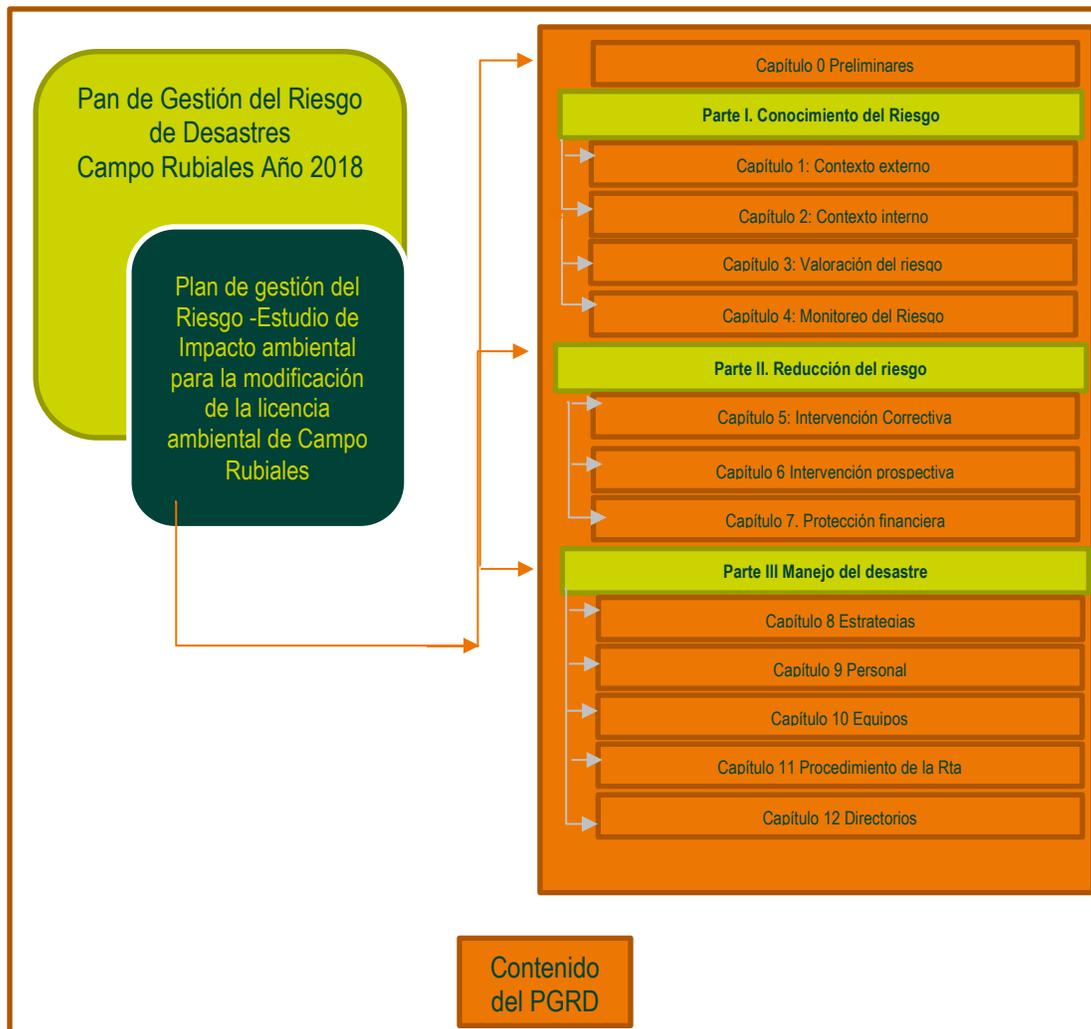
Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

## 0.9 PLAN DE CONTINGENCIA

En el Plan de contingencia actualizado se incluyen los ajustes para dar alcance a los “Requerimientos 36: Respecto de la Identificación de Consecuencias, Eventos Amenazantes y Áreas de Afectación” y “Requerimiento 37: Respecto del Análisis del Riesgo” de la Solicitud de Información Adicional en el marco del trámite de modificación de Licencia Ambiental Global, iniciado mediante Auto 00388 del 14 de febrero de 2019.

El Plan de Gestión del Riesgo para la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales, incumbe los lineamientos generales señalados en el Decreto 2157 del 20 de diciembre 2017 que comprenden los procesos de la gestión del riesgo de desastres: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre. Asimismo, este PGR, se elaboró para las actividades e infraestructura relacionadas con el objeto de la modificación de la presente licencia ambiental. La estructura del PGR de Campo Rubiales se muestra La Figura 0-38.

**Figura 0-38 Alcance del Plan de Gestión del Riesgo para el Estudio de Impacto Ambiental con miras a la modificación de la licencia ambiental del Campo Rubiales**



Se debe resaltar que el alcance de la presente modificación de licencia ambiental corresponde a la inclusión de un Modelo de Gestión para el Manejo de Agua Residual Industrial en Campo Rubiales, en el cual no se verán involucradas nuevas facilidades para el transporte, almacenamiento o tratamiento de hidrocarburos, derivados, o sustancias nocivas. En el marco del proceso del Conocimiento del Riesgo, se incorporan modelaciones realizadas para determinar las potenciales áreas de afectación de las amenazas existentes en la infraestructura actual y establecer las potenciales consecuencias sobre la infraestructura a incluir en el marco de la presente modificación de licencia. Adicionalmente, desde el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento (PGRMV – Anexo 10.2) se presentan las modelaciones cuantitativas de asimilación y mezcla de la carga de las aguas residuales en el suelo y el agua, ante un escenario de vertimiento de aguas residuales sin tratamiento con sus respectivas consecuencias sobre los ecosistemas y las comunidades aledañas.

### 0.9.1 Proceso de Conocimiento del riesgo

Involucra la identificación de las amenazas, la determinación de las áreas de afectación potencial de dichas amenazas, la identificación de los elementos en riesgo y su vulnerabilidad, la priorización de los escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo. Es decir, se identifican todos los factores del entorno que afecten la integridad del sistema o viceversa, completando así parte del Componente Estratégico e Informático establecido en el PNC y sirviendo de insumo para la formulación de los componentes de reducción y manejo.

#### 0.9.1.1 Identificación del Riesgo

De acuerdo con el contexto geográfico, social y ambiental del área de influencia de Campo Rubiales, se elaboró una lista de los fenómenos amenazantes naturales, socio naturales, antrópicos y tecnológicos de la infraestructura actual en el Campo Rubiales que podrían afectar el Modelo de Gestión para el Manejo de Agua Residual Industrial objeto de la modificación de licencia ambiental, y también a las actividades conexas que se plantean en esta modificación. Se consideran igualmente, los fenómenos amenazantes ocasionados por alguno de los componentes de este sistema de gestión de agua residual industrial hacia su entorno. En la Tabla 0-104 se presentan los fenómenos amenazantes identificados.

**Tabla 0-104. Clasificación de las amenazas**

CLASIFICACIÓN GENERAL	FENÓMENOS AMENAZANTES	ID	CÓDIGO
<b>Amenazas de Origen Natural</b>	Sísmica	A	SIS
	Isocerámica	B	ACE
<b>Amenazas de Origen Socio Natural</b>	Fenómenos de Remoción en masa	C	REM
	Inundaciones por crecientes o lluvias torrenciales	D	INU
	Incendio forestal	E	IFO
<b>Amenaza de origen antrópico</b>	Conflictos con la comunidad	F	CLC
	Sabotaje y acciones terroristas	G	SAT
<b>Amenazas de origen tecnológico</b>	<i>Derrame*</i>	<i>H</i>	<i>DER</i>
	<i>Llamarada*</i>	<i>I</i>	<i>LLA</i>
	<i>Charco de fuego - Pool Fire</i>	<i>J</i>	<i>PFI</i>
	<i>Chorro de fuego – Jet Fire</i>	<i>K</i>	<i>CFU</i>
	<i>Explosión*</i>	<i>L</i>	<i>EXP</i>
	<i>Estallido</i>	<i>M</i>	<i>EST</i>

CLASIFICACIÓN GENERAL	FENÓMENOS AMENAZANTES	ID	CÓDIGO
	<i>Incendios operacionales*</i>	<i>N</i>	<i>INO</i>
	<i>Accidente de trabajo</i>	<i>Q</i>	<i>ACT</i>
	<i>Derrame por falla en la integridad mecánica de la infraestructura del Sistema de Gestión para el Manejo de Agua Residual Industrial</i>	<i>P</i>	<i>FIM</i>
	<i>Falla operacional o estructural en el proceso de reinyección para el sostenimiento de presión</i>	<i>Q</i>	<i>FOER</i>
	<i>Generación de sismicidad inducida por procesos de reinyección para el sostenimiento de presión</i>	<i>R</i>	<i>MSIS</i>

**Fuente: Concol by WSP, 2019.** \* Estos eventos se identificaron como amenazas presentes en la infraestructura existente de Rubiales, pero no se incluyen en el análisis de estimación de áreas potenciales de afectación frente a la infraestructura a incluir en la modificación de licencia dado que no están priorizados dentro de los eventos con mayor afectación en Rubiales (Tabla 9 28).

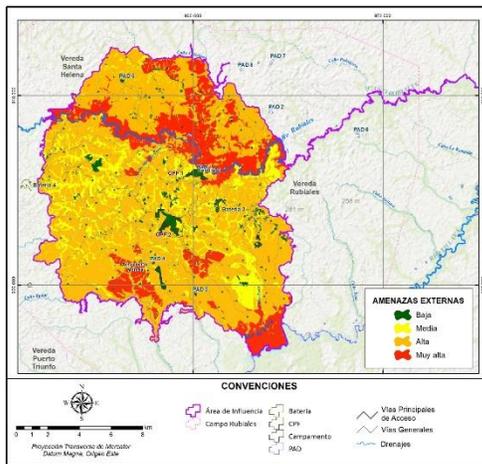
### 0.9.1.2 Análisis del Riesgo

El análisis de riesgo se realizó teniendo en cuenta la metodología expuesta en la guía matriz de valoración de riesgos (GHS-G-035) de ECOPETROL del año 2016

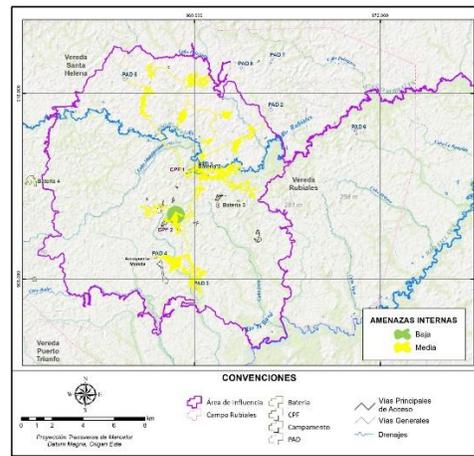
#### 0.9.1.2.1 Análisis espacial del riesgo

Con el fin de complementar el análisis de riesgos realizado, se desarrolló el análisis espacial del riesgo partiendo de la zonificación de las amenazas externas e internas que pueden ser asociadas a atributos cartográficos; el análisis de elementos vulnerables individuales (propios del proyecto expuestos a amenazas internas y externas), sociales (poblaciones humanas), socioeconómicos y ambientales que por su ubicación en el territorio puedan verse expuestos a amenazas generadas por el proyecto.

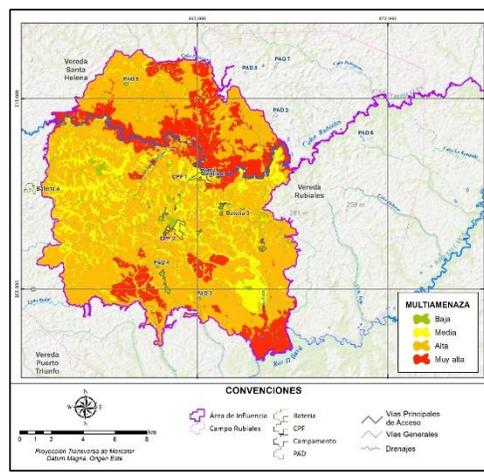
En la Figura 0-39, Figura 0-40 y Figura 0-41 se presenta el consolidado de amenazas identificadas para el proyecto. Este consolidado es obtenido al superponer cartográficamente las amenazas (Naturales, Socio naturales, antrópicas y de origen tecnológico) y obtener el valor más alto en la superposición.



**Figura 0-39 Consolidado de amenazas Naturales, Socio naturales,**



**Figura 0-40 Consolidado de amenazas internas**



**Figura 0-41 Consolidado de amenazas**

## 0.10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL

Estas actividades se definieron con base en los términos de referencia HI – TER 1 – 03, el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 y el Decreto 050 del 16 de enero de 2018, como lo estipula y se aprecia en la Figura 0.42.



Figura 0.42 Plan de desmantelamiento y abandono



Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

### 0.10.1 Elementos involucrados en el plan de abandono, desmantelamiento y restauración final

Las actividades involucradas para el Plan de Abandono, Desmantelamiento y Restauración final de esta modificación se relacionan con:

- i. Construcción y adecuación de accesos viales.
- ii. Instalación de equipos de perforación.
- iii. Construcción de Infraestructura para procesos de extracción (pozos) y recolección (líneas de flujo) y reinyección de fluidos.
- iv. Construcción e instalación de facilidades de producción para el tratamiento, almacenamiento y entrega de fluidos.
- v. Construcción y/o adecuación de ZODME's.
- vi. Construcción y adecuación del sistema de vertimiento a suelo de acuerdo con lo solicitado en el Decreto 050 de 2018.

#### 0.10.1.1 Abandono de las áreas de vertimiento en suelo

En atención al requerimiento 19 "Vertimiento en suelos: Ajustar la información presentada para la solicitud de vertimiento a suelo en el sentido de dar cumplimiento al artículo 6 del Decreto 050 de 2018, en los siguientes aspectos: e) Completar el Plan de Cierre y abandono", se presenta a continuación la información del plan de cierre y abandono para las áreas de vertimiento a suelo de Campo Rubiales.

Una vez finalizadas las labores de vertimiento en suelo en campo Rubiales se debe iniciar la etapa de abandono y recuperación final, en la cual se ejecutarán las labores de desmantelamiento y abandono que tradicionalmente se manejan en la industria petrolera bajo las siguientes opciones que se aprecian en la (Tabla 0-105).

#### Tabla 0-105 Labores de desmantelamiento y abandono

<b>INSTALACIONES</b>	<b>OPCIONES</b>
<u>Válvulas, accesorios y cableados</u>	<u>Desmontaje y venta de los equipos</u>
<u>Equipos auxiliares, Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, campamentos temporales, generadores de energía</u>	<u>Se retirarán de los sitios</u>
<u>Tubería principal (9,6 Km GRP diámetros 600, 500, 450 y 400 mm), secundaria (12,53 Km PVC diámetros 12", 10" y 8"), terciaria (30,48 Km PVC diámetros 8" y 6"), tubería múltiple y tubería de los laterales de riego (649,49 km PVC diámetros 6", 4", 3", 2", 1.5", 1.25", 1" y 0.75").</u>	<u>Tubería principal: debido a los altos costos de desmantelamiento por la profundidad de instalación (1.2 m), se recomienda que quede condenada en el suelo, lo mismo para las tuberías secundarias y terciarias. Las tuberías múltiples y laterales, en sitios con coraza petroferica, se recomienda no desmantelarla, debido a que no generaría ningún obstáculo para el siguiente uso del suelo, luego del vertimiento. Se considera pertinente no desmantelar toda la tubería del vertimiento, debido a que genera mayores afectaciones en el suelo, si se considera que los sitios donde va la tubería, se encuentran previamente revegetalizados por la actividad del vertimiento.</u>
<u>70356 Aspersores</u>	<u>Para uso comunitario., en caso de que se encuentren en buen estado y disposición final para los que hayan cumplido su vida útil.</u>
<u>Vías de acceso</u>	<u>Adecuación para entrega a la comunidad</u>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018)

En caso de que alguna estructura construida sea de beneficio para la comunidad y/o para el medio ambiente, no se clausurará ni se demolerá, se propone entregar estas estructuras bajo responsabilidad, cuidado y mantenimiento de la comunidad, previa verificación por parte de la empresa de las condiciones de limpieza.

El desarrollo de cualquier actividad que implique la remoción parcial o total de suelo modifica el estado natural de este recurso; la recuperación del suelo en las etapas finales del proyecto o de abandono se deben orientar a realizar manejos que permitan mitigar los efectos negativos sobre el mismo, buscando recuperar la capacidad de sostener vegetación, mejorar la retención de humedad y servir de hábitat para la fauna edáfica.

Durante cualquier proceso, dentro de las actividades de ingeniería y en la industria petrolera, en campo se generan afectaciones en los suelos de diferente tipo, donde se presentan cambios, con relación a sus condiciones naturales, al final de su explotación o de abandono. Para ello es necesario el mejoramiento de los suelos en sus propiedades físicas y químicas, que son la base para el establecimiento de sistemas, como los Silvopastoriles, que podrían ser estratégicos para el desarrollo de las comunidades, si se tiene en cuenta la aptitud de esos suelos (VIISe-1) según el estudio de suelos del Departamento del Meta (IGAC 2004).

Para la adecuación se requiere de análisis de suelos "in situ" con el propósito de determinar el estado fisicoquímico para establecer las prácticas de manejo, que involucra los requerimientos de enmiendas, para el desarrollo de la vegetación, actividades de mecanización, manejo adecuado de los forrajes y especies forestales nativas.

El abandono de las áreas intervenidas por las actividades de adecuación y construcción debe incluir la clasificación y manejo de residuos generados y la ejecución de las siguientes acciones:



- Retiro de materiales de construcción sobrantes como: recibos, afirmados, cemento, aceros, maderas, entre, otros.
- Retiro de equipos, maquinaria y herramientas de construcción que ya no son requeridos.
- Desmante y retiro de instalaciones temporales adecuadas para las labores de la actividad.
- Revisión de taludes para verificar la estabilidad y de las áreas revegetalizadas, de tal forma que, si es necesario, se lleven a cabo ajustes y nuevas empradizaciones donde inicialmente no fueron exitosas.
- Reparación de estructuras o elementos de terceros como cercas, líneas eléctricas, obras de arte y demás, que hayan sido afectados durante las actividades constructivas.
- Finalmente, se lleva a cabo una limpieza general de las áreas intervenidas y retiro de los residuos generados.
- Tuberías inservibles que surgen del proceso de desmantelamiento.
- Aspersores en mal estado.
- Válvulas inservibles.

### 0.10.2 Medidas De Manejo

Dentro de las medidas de manejo y reconformación morfológica de la cobertura vegetal y el paisaje, se debe considerar que el ejecutor es quien establecerá los protocolos y procedimientos para identificar y mantener actualizado el inventario de pasivos ambientales de campo Rubiales, se deberá diseñar un programa con el cual se pueda hacer el seguimiento del saneamiento del pasivo, desde el inicio del proyecto hasta el final de la explotación realizada en el área de intervención.

Se deberá garantizar la continuidad del programa; estos derechos pueden ser el resultado de transacciones comerciales o vencimiento de contratos. Para su adecuada implementación se podrá realizar una auditoría ambiental que establezca el estado de los pasivos ambientales, entre otros aspectos de importancia para dar cumplimiento a las medidas de manejo.

Una los propósitos principales para adelantar las medidas de manejo en campo Rubiales consiste en la realización de actividades de recuperación paisajística, para lo cual se deberá tener muy claro cuáles son los elementos objeto de restauración; esta actividad se realizará mediante su caracterización y priorización de los mismos y, posteriormente, establecer y especificar las medidas, acciones y procedimientos a implementar. En la Tabla 0.106 se detallan algunas de las acciones a ejecutar para conseguir la restauración de los elementos intervenidos como resultado de la actividad asociada al desarrollo de la infraestructura necesaria para el área de desarrollo.

**Tabla 0.106 Acciones de restauración**

COMPONENTE DEL PASIVO	ACCIONES DE RESTAURACIÓN	MEDIDA DE RESTAURACIÓN
<b>Acciones a corto plazo</b>		
Áreas destinadas para la disposición de materiales sobrantes de excavación (ZODMES)	Mantenimiento de obras (drenajes, obras de estabilización entre otras)	Obras de Geotecnia
	Integración al paisaje, revegetalización y recuperación de la cobertura vegetal	Diseño paisajístico
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del área	Obras de Geotecnia

COMPONENTE DEL PASIVO	ACCIONES DE RESTAURACIÓN	MEDIDA DE RESTAURACIÓN
<b>Acciones a corto plazo</b>		
Taludes de corte y relleno	Mantenimiento de obras (drenajes, obras de estabilización entre otras)	Obras de Geotecnia
	Integración al paisaje, revegetalización y recuperación de la cobertura vegetal	Diseño paisajístico
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del talud	Obras de Geotecnia
<b>Acciones a largo plazo</b>		
Piscinas	Descontaminación y tratamiento de los residuos del proceso	Tratamiento primario
	Tapado y recuperación de la cobertura vegetal	Restauración morfológica y paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
	Estabilización del área en caso de requerirse	Restauración morfológica
Líneas de flujo	Cierre y retiro de tuberías de conducción	Restauración paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
Líneas de transmisión eléctrica	Retiro de líneas de transmisión eléctrica y subestaciones.	Restauración paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
Sistemas o áreas de disposición de residuos	Cierre del sistema	Restauración paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
	Ejecución de las obras finales que garanticen la estabilidad permanente del área	Restauración morfológica
	Integración al paisaje, revegetalización y recuperación de la cobertura vegetal	Proyecto de restauración activa
	Descontaminación y tratamiento de los residuos del proceso en caso de requerirse.	Tratamiento primario
Pozos e instalaciones de perforación	Cierre del pozo tan pronto se decida el abandono (siguiendo las normas establecidas por el Ministerio de Minas y Energía)	Restauración paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
	Recuperación morfológica en caso de requerirse y revegetalización del área ocupada por el pozo.	Restauración paisajística y recuperación de la cobertura vegetal
	Estabilización geotécnica del plano si se requiere.	Restauración morfológica
Recursos naturales contaminados específicamente (suelo y agua)	Diagnóstico de la situación de los recursos y definición de las tecnologías de descontaminación	Tratamiento primario
	Desarrollo del proceso de descontaminación	Tratamiento primario
	Recuperación del recurso	Tratamiento primario

Fuente: (Consultoria Colombiana S.A. by WSP, 2018)

Para el desarrollo de las acciones de recuperación que hacen parte de las acciones a corto plazo, de la (Tabla 0.106) se establecen medidas de manejo que deberán ser implementadas por parte del ejecutor y se especifican en las fichas “ 7.2.1.1 Manejo de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal y 7.2.1.2 Manejo de la empradización”.

De igual manera, se verificará el cumplimiento de los requerimientos realizados por la Autoridad Ambiental (CORMACARENA) mediante los actos administrativos que hayan surgido a lo largo del periodo de operación



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

del Campo; todo ello con el fin de establecer el plan de acción que permita dar cumplimiento y cierre definitivo a las requisiciones que sobre esta materia se encuentren aún pendientes.

#### **0.10.2.1 Proceso de beneficio comunitario**

Concertar con las comunidades y entidades municipales aquellas obras construidas por el proyecto que pueden servirles y levantar un acta en el que se concilie que infraestructura no será objeto de abandono y restauración final esto siempre y cuando sean obras que no vallan a generar a futuro algún daño ambiental.

#### **0.10.2.2 Rehabilitación del terreno**

Para el desarrollo de esta actividad se contemplarán las siguientes actividades:

- Finalizado el retiro de todas las instalaciones y equipos existentes, se deberá remover el suelo compactado para recuperar algunas de las condiciones originales del mismo y garantizar el flujo natural de la escorrentía.
- En las áreas correspondientes a cortes y rellenos se restablecerán las condiciones originales del terreno, y las cimentaciones deberán ser demolidas retiradas y reemplazadas por suelo natural u otro material que tenga condiciones similares y con una profundidad que garantice el establecimiento de la vegetación.
- Cuando se presenten suelos contaminados por posibles derrames accidentales que se hayan producido durante el tiempo de funcionamiento de las zonas de almacenamiento de productos peligrosos u otros, su tratamiento y disposición final será por medio de terceros que cuente con los permisos ambientales correspondientes.
- Una vez estabilizado el suelo se distribuirá capa orgánica para preparar el suelo en las labores de revegetalización. En este punto se reitera la necesidad garantizar que la profundidad del suelo sea la suficiente para el adecuado establecimiento de la vegetación; para ello será necesario realizar visitas de campo por parte de la interventoría con el fin de verificar que se esté dando un manejo conveniente a esta condición.
- La empresa ejecutora deberá establecer las medidas necesarias para mitigar y prevenir los impactos que generen pasivos ambientales durante el periodo de explotación del recurso.
- El proceso de restauración para las acciones a largo plazo, adicionalmente se debe involucrar inicialmente la implementación de una serie de medias de manejo establecidas en el Plan de Manejo Ambiental (Programa de Revegetalización) del presente estudio, se elaborará el proyecto de restauración activa de la vegetación con el fin de restaurar las áreas intervenidas que permanecerán activas hasta el final del proceso de explotación de campo Rubiales.

#### **0.10.2.3 Formulación del proyecto de recuperación activa de la vegetación**

El proceso de restauración que deberá realizarse en campo Rubiales implica inicialmente la recuperación morfológica y paisajística de la totalidad del área intervenida con una restauración parcial en la dinámica de las comunidades vegetales y animales. El proyecto de restauración activa deberá considerar los siguientes lineamientos generales, que tienden a acelerar los resultados en los componentes de flora y fauna:



Se establecerán objetivos que cumplan con la restauración final de las áreas intervenidas, así como con la mitigación de los efectos de borde y el restablecimiento de la conectividad de los ecosistemas, especialmente los de bosque de galería y vegetación secundaria o en transición.

Se realizará una caracterización y diagnóstico del área a restaurar y de las coberturas vegetales adyacentes a las áreas intervenidas, con el fin de tomar decisiones sobre las medidas de manejo a implementar de acuerdo con la sensibilidad de los mismos.

Como fundamento técnico-científico, se deberá tener en cuenta la dinámica sucesional, regeneración y caracterización de las coberturas predominantes en la zona (bosque de galería y vegetación secundaria o en transición), a partir de las cuales se realizará la preselección de las especies a incluir en el tratamiento de restauración. Sin embargo, se deberán tener en cuenta las especies recomendadas en el Programa de Conservación de especies vegetales en peligro y en el Programa de Revegetalización, las cuales hacen parte del Capítulo 11 el Plan de Compensación del 1%, y la propuesta de Plan de Compensación por Biodiversidad del presente estudio.

En cualquier caso, las especies seleccionadas deberán ser nativas, donde se incluyen de hábito arbustivo y arbóreo, y deberán tener la facultad de crecer junto a otras especies, una buena capacidad de regeneración, facilidad de propagación y resistencia a los disturbios; para el establecimiento de estas especies será necesario llevar a cabo los protocolos adecuados para su justificación. Para ello, las especies que pueden ser consideradas corresponden a todas aquellas que han sido encontradas dentro del área de estudio con algún grado de amenaza global, nacional, regional o local, las especies endémicas, peligro crítico y las posibles nuevas especies que sean halladas en los inventarios forestales, no solo las reportadas en el presente estudio, sino aquellas que resulten registradas en posteriores inventarios desarrollados en estudios ambientales de la zona durante los próximos 20 años.

Las especies de forestales se obtendrán preferiblemente de viveros temporales que pueden establecerse con la intervención de la comunidad, para fortalecer sobre ésta la imagen de responsabilidad social que tiene la empresa Ecopetrol S.A frente a la protección del medio ambiente y el apoyo en los procesos de desarrollo comunitario.

El material vegetal correspondiente a los pastos limpios se obtendrá a partir de la implementación de bancos de producción de cespedones, estolones para las diferentes especies de gramíneas y plántulas para las especies de la familia Asteraceae, todas ellas presentes en la zona.

Las actividades específicas operativas y logísticas, necesarias para desarrollar técnicamente este programa se

#### **0.10.2.4 Medidas de manejo para los residuos líquidos y sólidos generados durante las actividades de operación y abandono como desmantelamiento, retiro de equipos, demolición, entre otros**

Las medidas de manejo para los residuos líquidos y sólidos en la etapa de abandono a utilizar durante el desarrollo de las actividades en campo Rubiales se muestran en la Tabla 0.107.

**Tabla 0.107 Elementos a abandonar o restaurar en áreas de manejo de residuos**

ELEMENTOS GENERADOS	ACCIONES
<p>Áreas de manejo de residuos líquidos</p>	<p>Las áreas de tratamiento de residuos líquidos se mantendrán abiertas hasta cuando se deje de generar residuos industriales, se desmantelarán así:</p> <p>Se considerará drenar en primera instancia los tanques de las facilidades de superficie, conduciendo el agua a los separadores existentes en éstas. Una vez realizado el procedimiento, se desviará el agua contenida en los separadores hacia las piscinas de retención. Al momento de vaciar éstas, el agua será conducida a las piscinas de oxidación y de allí, una vez tratada y verificadas sus características fisicoquímicas, enviada al sitio de disposición final. Finalmente se drenaría la piscina de oxidación, verificando previamente el cumplimiento de las normas de vertimiento en suelo conforme a la normatividad vigente (Decreto 1594/84).</p> <p>El remanente de líquido que quede en las piscinas se almacenará en canecas y serán transportados a otros campos de Ecopetrol S.A. que tenga el sistema de tratamiento o entregados a terceros que cuenten con los permisos ambientales pertinentes para su tratamiento y disposición final. Se deberá solicitar el acta de disposición final y se incluirá en el informe de cumplimiento ambiental ICA. Los contenedores deberán estar rotulados de acuerdo con lo estipulado en la NTC 1692 y su transporte deberá hacerse de acuerdo con la normatividad ambiental vigente para el manejo de residuos peligrosos. El transporte y disposición final de estos residuos deberá estar soportada mediante actas de entrega. Su almacenamiento estipulado dentro de campo Rubiales que deberá hacerse en áreas impermeabilizadas y aisladas con diques capaces de contener por lo menos el 110% del volumen a almacenar.</p> <p>Se doblará la geomembrana de los hombros hacia el interior de la piscina, con dos propósitos: primero, no regar líquidos grasos sobre el terreno natural y segundo el de retirarla a nivel de superficie, esta será entregada a un tercero autorizado, quien deberá entregar acta correspondiente de disposición final.</p> <p>Se realizará monitoreo de suelos para verificar si hay o no contaminación.</p> <p>se hará reconfiguración de la zona, utilizando los cortes de perforación almacenados y estabilizados y material orgánico original, quedando finalmente la superficie con una pendiente topográfica natural, que deberá asemejarse en lo posible a la del terreno.</p> <p>Se realizará el tratamiento final a las aguas contenidas en la piscina, que cumplan de acuerdo con el decreto 1594/84 para su posterior vertimiento en sitios autorizados.</p> <p>Una vez clausurada las piscinas se debe señalar el área, con una valla informativa indicando de la existencia de estas piscinas.</p> <p>La infraestructura metálica asociada a los STAP como CPI y celdas será incorporada en el sistema de tratamiento.</p> <p>Una vez clausurada las piscinas de corte se debe señalar el área, con una valla informativa indicando de la existencia de estas piscinas.</p>

ELEMENTOS GENERADOS	ACCIONES
<b>Áreas de manejo de residuos sólidos</b>	<p>Extender el material sólido y sedimentado (cortes de perforación base agua) en la piscina para la adición de cal viva y material nativo. Se deberán realizar los monitoreos correspondientes hasta los últimos volúmenes estabilizados los cuales deben cumplir con la norma (Lixiviados Decreto 4741 del 2005 y cortes Louisiana 29B).</p> <p>En las zonas de almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, se deberá garantizar el retiro de absolutamente todos los residuos, una vez, despejada por completa el área se deberá recoger antes de la demolición de cunetas perimetrales residuos líquidos contaminados y serán entregados a terceros autorizados para su adecuada disposición, de igual manera se solicitará el acta de disposición final la cual será incluida en el informe de cumplimiento ambiental ICA.</p> <p>El material de zonas duras contaminado no podrá ser dispuesto en ZODME, deberá ser entrega a terceros autorizados para su adecuada disposición. El acta será incluida en el informe de cumplimiento ambiental.</p> <p>Las celdas de tratamiento de residuos sólidos se clausurarán, demarcarán y revegetalarán previo análisis por parte del personal de Ecopetrol S.A.</p>
<b>Instalaciones de apoyo</b>	<p>El desmantelamiento incluye el almacenamiento temporal de los materiales reutilizables de la infraestructura (equipos, elementos metálicos, etc.), que posteriormente se dispondrán en un sitio autorizado por Ecopetrol S.A. para su disposición final, ya sea almacenando, chatarrizando o reutilizando los materiales y equipos producto de la actividad de desmantelamiento. Los lugares autorizados, deberán cumplir con las condiciones mínimas de aseguramiento de acuerdo a la caracterización que se dé a cada uno de los elementos allí almacenados, se deberán utilizar áreas como zonas de almacenamiento de chatarra, donde se cuente con zona dura y canales perimetrales con skimmer.</p>

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2018)

Se considerarán áreas afectadas ambientalmente asociadas a la producción, derrames durante las operaciones de abandono de los pozos (desvarilleo), eventos de diversa magnitud y origen (fallas operacionales, fatiga de materiales) dentro de éstas se contemplan las piscinas y los suelos o fuentes de agua contaminadas en el área de influencia de los pozos y facilidades de superficie.

Sin embargo, al momento de ser clausuradas como parte de su gestión o respuesta a requerimientos de la autoridad ambiental (CORMACARENA), se calculará un área de afectación entre 1 metro (baja contaminación) y 10 metros cuadrados (alta contaminación) de cada locación. Registros bibliográficos señalan que el crudo puede infiltrarse cerca de 0.5 metros o menos en terrenos de texturas finas, lo que permite determinar el volumen de suelos contaminados por dichos eventos en el rango de 1 a 5 m<sup>3</sup>.

Los costos se evaluarán teniendo en cuenta la cantidad de residuos esperados y precios estipulados en algunas dependencias de Ecopetrol S.A., como marco de referencia.

En los costos de abandono se incluirá el monitoreo a fuentes de agua superficial y subterránea localizadas en inmediaciones a la infraestructura a construir como locaciones multipozo (Cluster) y facilidades de superficie, estaciones, PAD, campamentos entre otros, como control y verificación de su calidad ambiental. Igualmente se considerará el monitoreo a suelos de las locaciones de pozos que pudieran ser afectados por derrames de crudo durante las actividades de abandono y del área de las piscinas de tratamiento de aguas aceitosas antes



y después de su clausura, con objeto de verificar la permanencia o no de hidrocarburos en el suelo y proceder en consecuencia con los hallazgos.

#### **0.10.2.5 Siembra**

La siembra de material vegetal, como parte del programa de rehabilitación de suelos, se hará en las zonas de donde existían obras de infraestructura una vez finalizada la actividad de generación, utilizando especies nativas.

Para la siembra de las especies arbustivas, se recomienda excavar hoyos de 30 x 30 x 30 cm en los sitios previamente establecidos en el marco de plantación. Las plántulas se llevarán al campo en cajas plásticas, se distribuirán en cada hoyo y se hará la plantación retirando la bolsa plástica con cuidado de no dañar la plántula ni afectar su sistema radicular, las bolsas y demás insumos no requeridos serán retirados de las zonas intervenidas y dispuestos adecuadamente

#### **0.10.2.6 Cierre y abandono**

##### **0.10.2.6.1 Desmantelamiento**

Una vez finalice la generación de energía y se hayan completado las actividades de recuperación geomorfológica y se inicien las actividades de rehabilitación de suelos de las áreas intervenidas, se procederá a la demolición y disposición adecuada de obras de infraestructura civil como cimentaciones en casa de máquinas y obras de captación, así como las obras de retorno.

Posteriormente, se procederá a la recolección y retiro de todos los desechos sólidos que hubieran podido quedar en la actividad de desmantelamiento para su disposición final según su naturaleza.

##### **0.10.2.6.2 Cierre y abandono de áreas explotadas**

En la fase final proceso de generación, y previa reconfiguración geomorfológica se realizará la recuperación del terreno mediante la siembra de vegetación nativa para recuperación del suelo y favoreciendo la siembra de especies gramíneas, arbustivas o arbóreas.

El diseño final de la zona intervenida tendrá la apariencia y forma adecuada garantizando el drenaje natural de las aguas de escorrentía.

#### **0.10.2.7 Información a las comunidades**

Durante la fase de abandono y restauración final de campo Rubiales, las actividades de Gestión Social estarán dirigidas a verificar el cumplimiento de cada uno de los acuerdos establecidos con la comunidad, así como la ejecución de las actividades contempladas en las medidas de manejo ambiental.

En el programa de Gestión Social del Plan de manejo para campo Rubiales se contemplan los programas que sirven como directriz al cumplimiento y seguimiento del mismo de la siguiente manera:

Mediante convocatoria por escrito se coordinarán reuniones informativas con Autoridades Locales, JAC de las veredas del Área de Influencia, propietarios de los predios intervenidos y demás grupos de interés. Del mismo



modo, mediante los canales establecidos entre Gestión Social y las comunidades y autoridades, se informará a las comunidades en qué consistirá la etapa de abandono y restauración y que personal demandará dicho proceso.

En estos espacios, se informará a la comunidad sobre el estado del proyecto, los resultados del mismo y a su vez se darán los pormenores de las actividades de cierre, especificando que una vez desarrolladas las acciones de abandono de las localizaciones, vías, facilidades, líneas de flujo, redes eléctricas y demás actividades asociadas a estas, se formaliza el cierre final del proyecto. Se propone el orden del día, el cual es susceptible de modificaciones de acuerdo con las dinámicas del proyecto:

#### **0.10.2.8 Balance de las actividades técnicas y ambientales ejecutadas**

- i. Balance de la Gestión Social: Personal vinculado a nivel local durante las diferentes etapas del proyecto, bienes y servicios adquiridos.
- ii. Aspectos administrativos y salarios, para verificar que no se encuentren pasivos sociales en el área por dichos conceptos.
- iii. Consolidado de IPQRS – Inquietudes, peticiones, quejas, reclamos y solicitudes, con la gestión realizada para atenderlas de manera oportuna, de acuerdo con los canales y medidas propuestas desde el Plan de Manejo Ambiental.
- iv. Conclusiones del programa de capacitación y educación a la comunidad aledaña al proyecto, haciendo énfasis en el proceso realizado y la participación activa de los asistentes.
- v. Balance de los convenios firmados con la Administración Municipal y las comunidades del Área de Influencia, relacionados con fortalecimiento institucional y apoyo a proyecto sociales.
- vi. Presentación de los respectivos paz y salvos por parte de las empresas contratistas en el pago de salarios, liquidaciones y facturas a proveedores locales.
- vii. Firma de acta de reunión y listado de asistencia como soporte del proceso de cierre realizado y constancia de la no existencia de pasivos sociales en el área.

Adicionalmente se tomarán los registros pertinentes, como registro fotográfico y fílmico de ser necesario, los cuales se acompañarán de otros como actas, base de datos de IPQRS cerradas oportunamente, paz y salvos y todos aquellos que Gestión Social considere importantes en el proceso de cierre de compromisos socioambientales.

Ecopetrol S.A., presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental, los procedimientos y labores ejecutadas hasta la culminación de las actividades de cierre, soportando el cumplimiento a los requerimientos de la normatividad ambiental y las obligaciones consignadas en los permisos y autorizaciones con los que cuenta campo Rubiales.

Así mismo, en el proceso de desmantelamiento de equipos y abandono del área, se deberá realizar un seguimiento y control a cada una de las actividades que conforman este proceso. Cada actividad se realizará bajo parámetros establecidos por ECOPETROL S.A., en cuanto a seguridad industrial, salud ocupacional y control ambiental. Posteriormente de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo del Suelo, Recurso Suelo y del Recurso Agua se realizarán las actividades correspondientes de seguimiento.



ConCol  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

## 0.11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

La inversión del 1% obtenida del total de los costos operativos de cualquier proyecto sujeto a licenciamiento ambiental, es un instrumento económico establecido en el Código de los Recursos Naturales y la Ley 99 de 1993, consistente en un recaudo causado a cualquier proyecto que involucre en su ejecución, el uso del recurso hídrico tomado directamente de sus fuentes naturales.

Teniendo en cuenta que las actividades de las etapas constructivas, Operativas, de Mantenimiento, Abandono, recuperación ambiental y de las Actividades Transversales, establecidas para el desarrollo del proyecto de modificación de licencia ambiental para el campo Rubiales, se requiere del suministro de agua durante el desarrollo de dichas actividades, se plantea la captación de agua superficial en las fuentes hídricas: Caño Arrabo, Caño Ivoto y Caño Masiferiana, así como la captación de seis (6) puntos de aguas subterráneas; por lo cual Ecopetrol, deberá destinar el 1% de valor del proyecto, en programas de manejo y conservación de la cuenca del río Tillavá, hecho que favorecerá la gestión del recurso hídrico en el área de ejecución del proyecto.

Dentro de este Plan se proponen como líneas de inversión los programas correspondientes a rehabilitación ecológica de zonas riparias, el cual busca la rehabilitación de áreas estratégicas para la sostenibilidad de la cuenca mediante el enriquecimiento de bosques de galería, revegetalización de áreas alteradas y propagación de especies nativas, cuya destinación será la rehabilitación de coberturas riparias como elementos relevantes dentro del ciclo hidrológico. Esta acción está incluida dentro de las acciones definidas por el Decreto 2099 de 2016 y se propone implementarla en áreas de ronda de la cuenca del río Tillavá, y el programa de promoción de la producción sostenible en la región, el cual está compuesto por dos proyectos correspondientes a: i) Fortalecimiento de capacidades técnicas para la generación de procesos silvopastoriles y agroforestales, y ii) Fortalecimiento de capacidades técnicas para el desarrollo de la pesca sostenible en la región, y sus respectivos procesos asociativos.

Los proyectos propuestos dentro del plan de inversión buscan aportar a la conservación de la cauca, así como el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan la cuenca.

## 0.12 PLAN DE COMPENSACIÓN

El Plan de Compensación de Campo Rubiales de Ecopetrol S.A. aprobado por la Autoridad Ambiental comprende fundamentalmente tres (3) ciclos en su ejecución durante los siguientes quince años, mismos que se acogen al Manual de Compensación del Componente Biótico (MADS 2018). El nuevo Plan de Compensación, se agrupa al PRIMER CICLO del Plan aprobado, y sobre su principios conceptuales y metodológicos, amplía las áreas en proceso de restauración ecológica en 294.06 ha orientadas hacia el Caño Rubiales y/o sus afluentes; así como, al desarrollo de acciones para la conservación de especies de plantas nativas consideradas importantes para la comunidad local y con potencial económico. Estas acciones, aportan de manera significativa a la estrategia para el mantenimiento del Paisaje Funcional de Conservación Caño Rubiales.

### 0.12.1 Alcance

La propuesta de compensación para el componente biótico, propende porque los impactos residuales generados por el desarrollo del proyecto Modificación de la Licencia Ambiental del Campo Rubiales encuentren un balance, que busca resarcir las afectaciones realizadas sobre los ecosistemas naturales y transformados.

El componente de restauración ecológica, se desarrolla sobre ecosistemas riparios degradados en caños afluentes del Caño Rubiales con el fin de incrementar la sinergia de las acciones de restauración previamente aprobadas por la Autoridad Ambiental y favorecer así la conectividad a la escala de paisaje. Las acciones de conservación enmarcadas en la VIBSE, se desarrollan en las mismas áreas y busca aunar a los esfuerzos de conservación de especies de plantas nativas con potencial para la alimentación, el uso cultural u otros identificados conjuntamente con la comunidad local. Es en el segundo alcance, donde surgen los acuerdos de conservación como un instrumento dirigido a generar el mayor nivel de compromiso posible entre las Partes. Y el tercer alcance -que funciona como eje articulador- comprende la participación activa, la apropiación y la valoración del conocimiento local.

Las acciones a implementar tienen un enfoque de paisaje, buscando que los espacios de conservación permitan la recuperación de zonas degradadas y el fomento de corredores ecológicos desde los actuales mosaicos de ecosistemas naturales o seminaturales donde ha habido el abandono voluntario de actividades productivas agropecuarias. A continuación, en la Tabla 0-108 se resume el alcance de la compensación, frente a ¿Qué, cuánto, dónde y cómo compensar?

A continuación, se presenta la información y los análisis correspondientes a la atención del requerimiento 38, realizado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en sus ítems:

- 1) “Incorporar los ajustes solicitados en la línea base ambiental”, que se aborda mediante la inclusión y análisis de los cambios efectuados en el mapa de coberturas de la tierra y los cálculos de volumen de aprovechamiento forestal.
- 2) “Diferenciar claramente las actividades y áreas de restauración aprobadas mediante el Auto 6038 de 04 de octubre de 2018 y las que son objeto de la presente modificación”; y que ha sido atendido mediante el detalle de las actividades específicas a desarrollarse en el nuevo Plan de Compensación, y su espacialización, que incluye anexo de archivos geográficos; y
- 3) “Aclarar los cálculos de las áreas a intervenir, el cuánto, el dónde y el cómo compensar”, a lo que se da respuesta mediante la integración de la información y análisis desarrollados para los ítems 1 y 2.

**Tabla 0-108 Alcance del plan de compensación**

<b>¿QUÉ COMPENSAR?</b>	Bosques de galería y/o ripario, herbazales, palmares, y/o vegetación secundaria baja	
<b>¿CUÁNTO COMPENSAR?</b>	Compensación por afectación de Ecosistemas naturales y seminaturales: 285,95 ha	
	Compensación por afectación de Ecosistemas transformados: 8,11 ha	
<b>¿DÓNDE COMPENSAR?</b>	Microcuenca del Caño Rubiales	
<b>¿CÓMO COMPENSAR?</b>	<b>ACCIONES</b>	Restauración ecológica y conservación de especies de plantas nativas
	<b>MODOS</b>	Las actividades específicas se realizan dentro del Campo Rubiales en predios propios de la Ecopetrol S.A.
	<b>MECANISMOS</b>	Ejecución directa
	<b>FORMAS</b>	Las actividades se desarrollan en una misma área geográfica (microcuenca Caño Rubiales), en donde se agregan espacialmente para lograr maximizar beneficios de la conservación, pero se diferencian espacialmente.
<b>VALOR (aproximado)</b>	\$ 4.397.127.614	
<b>TIEMPO DE LA COMPENSACIÓN</b>	4 años	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. by WSP, 2018.



A continuación, se presenta la información y los análisis correspondientes a la atención del requerimiento 38 en su ítem 1 realizado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) según el cual se solicitó: Incorporar los ajustes solicitados en la línea base ambiental, y que implicaron la actualización de las áreas proyectadas a intervenir y por ende el cálculo de volumen de aprovechamiento forestal a partir del mapa de coberturas de la tierra ajustado, la información en detalle, se presenta para todas las coberturas involucradas en el aprovechamiento forestal en el capítulo 4.

### 0.13 ¿QUE COMPENSAR?

Según el manual de compensaciones del componente biótico del 2018, se refiere a la afectación generada sobre la estructura y composición de una cobertura forestal natural derivada por la remoción del bosque; para el caso específico del presente proyecto, dicha remoción se vería reflejada en el desmonte y descapote a realizar en las áreas donde se proyecta enterrar las líneas de flujo, líneas conductoras de agua a los aspersores, áreas de los tres Zodmes y en la construcción y adecuación de vías de acceso.

Como parte inicial se presenta el alcance del proyecto con las respectivas áreas de ocupación para cada actividad planteada la cual se presenta a continuación en la Tabla 0-109.

**Tabla 0-109 actividades del proyecto y ocupación en hectáreas**

<u>INFRAESTRUCTURA</u>	<u>AREA (ha)</u>	<u>AREA (%)</u>
<u>Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6</u>	<u>0,17</u>	<u>0,06%</u>
<u>Skimmer vertimiento 2 Proyectada</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Skimmer vertimiento 4 Proyectada</u>	<u>0</u>	<u>0,00%</u>
<u>Tuberías conductoras</u>	<u>0,38</u>	<u>0,12%</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</u>	<u>0,02</u>	<u>0,00%</u>
<u>Skimmer vertimiento 1 Proyectada</u>	<u>0</u>	<u>0,00%</u>
<u>Tuberías conductoras</u>	<u>0,26</u>	<u>0,08%</u>
<u>Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6</u>	<u>0,39</u>	<u>0,13%</u>
<u>Skimmer vertimiento 3 Proyectada</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Skimmer vertimiento 4 Proyectada</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Skimmer vertimiento 6 Proyectada</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Skimmer vertimiento 6 Proyectada Opción B</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Tuberías conductoras</u>	<u>0,62</u>	<u>0,20%</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</u>	<u>0,4</u>	<u>0,13%</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 2</u>	<u>0,33</u>	<u>0,11%</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>	<u>0,04</u>	<u>0,01%</u>
<u>Skimmer vertimiento 5 Proyectada</u>	<u>0,01</u>	<u>0,00%</u>
<u>Tuberías conductoras</u>	<u>0,1</u>	<u>0,03%</u>
<u>Zodme 1</u>	<u>1,75</u>	<u>0,56%</u>
<u>Zodme 2</u>	<u>4,83</u>	<u>1,56%</u>
<u>Zodme 3</u>	<u>1,04</u>	<u>0,34%</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>	<u>1,34</u>	<u>0,43%</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>	<u>0</u>	<u>0,00%</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>	<u>0,17</u>	<u>0,06%</u>
<u>Tuberías conductoras</u>	<u>0,76</u>	<u>0,24%</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>	<u>0,03</u>	<u>0,01%</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</u>	<u>0,05</u>	<u>0,01%</u>



<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>AREA (ha)</b>	<b>AREA (%)</b>
<i>Borde vías a construir para acceso a zodme 2</i>	0,23	0,07%
<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	1,72	0,55%
<i>Línea Tubería Principal</i>	22,35	7,21%
<i>Tuberías conductoras</i>	2,43	0,78%
<i>Zodme 1</i>	2,46	0,79%
<i>Zodme 2</i>	0,19	0,06%
<i>Zonas Aptas para vertimiento</i>	258,62	83,48%
<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	0,04	0,01%
<i>Línea Tubería Principal</i>	0,09	0,03%
<i>Zonas Aptas para vertimiento</i>	0	0,00%
<i>Línea Tubería Principal</i>	0,04	0,01%
<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	0,02	0,01%
<i>Línea Tubería Principal</i>	1,37	0,44%
<i>Tuberías conductoras</i>	1,32	0,43%
<i>Zonas Aptas para vertimiento</i>	5,4	1,74%
<i>Skimmer vertimiento 1 Proyectada</i>	0,01	0,00%
<i>Zodme 1</i>	0,8	0,26%
<b>Total</b>	<b>309,83</b>	<b>100,00%</b>

Tomando como base que el área a compensar hace referencia al área con desmonte y descapote, a continuación, se presenta la tabla resumen con el área total susceptible de intervención por la ejecución del proyecto. Ver Tabla 0-110

**Tabla 0-110 actividades del proyecto que generan compensación por intervención de área**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>AREA (ha)</b>
<i>Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6</i>	0,17
<i>Skimmer vertimiento 2 Proyectada</i>	0,01
<i>Skimmer vertimiento 4 Proyectada</i>	0
<i>Tuberías conductoras</i>	0,38
<i>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</i>	0,02
<i>Skimmer vertimiento 1 Proyectada</i>	0
<i>Tuberías conductoras</i>	0,26
<i>Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6</i>	0,39
<i>Skimmer vertimiento 3 Proyectada</i>	0,01
<i>Skimmer vertimiento 4 Proyectada</i>	0,01
<i>Skimmer vertimiento 6 Proyectada</i>	0,01
<i>Skimmer vertimiento 6 Proyectada Opción B</i>	0,01
<i>Tuberías conductoras</i>	0,62
<i>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</i>	0,4
<i>Borde vías a construir para acceso a zodme 2</i>	0,33
<i>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</i>	0,04
<i>Skimmer vertimiento 5 Proyectada</i>	0,01
<i>Tuberías conductoras</i>	0,1
<i>Zodme 1</i>	1,75
<i>Zodme 2</i>	4,83
<i>Zodme 3</i>	1,04

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>AREA (ha)</b>
Zonas Aptas para vertimiento	<u>1,34</u>
Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo	<u>0</u>
Línea Tubería Principal	<u>0,17</u>
Tuberías conductoras	<u>0,76</u>
Zonas Aptas para vertimiento	<u>0,03</u>
Borde vías a construir para acceso a zodme 1	<u>0,05</u>
Borde vías a construir para acceso a zodme 2	<u>0,23</u>
Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo	<u>1,72</u>
Línea Tubería Principal	<u>22,35</u>
Tuberías conductoras	<u>2,43</u>
Zodme 1	<u>2,46</u>
Zodme 2	<u>0,19</u>
Zonas Aptas para vertimiento	<u>11,64</u>
Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo	<u>0,04</u>
Línea Tubería Principal	<u>0,09</u>
Zonas Aptas para vertimiento	<u>0</u>
Línea Tubería Principal	<u>0,04</u>
Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo	<u>0,02</u>
Línea Tubería Principal	<u>1,37</u>
Tuberías conductoras	<u>1,32</u>
Zonas Aptas para vertimiento	<u>5,4</u>
Skimmer vertimiento 1 Proyectada	<u>0,01</u>
Zodme 1	<u>0,8</u>
<b>Total</b>	<b>62,85</b>

Con las actividades depuradas, se realizó el análisis de intervención por ecosistemas.

**Tabla 0-111 actividades del proyecto que generan compensación por intervención de área**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>ECOSISTEMA</b>	<b>AREA (ha)</b>
Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6		<u>0,17</u>
Skimmer vertimiento 2 Proyectada	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	<u>0,01</u>
Skimmer vertimiento 4 Proyectada		<u>0</u>
Tuberías conductoras		<u>0,38</u>
Borde vías a construir para acceso a zodme 1	Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	<u>0,02</u>
Skimmer vertimiento 1 Proyectada		<u>0</u>
Tuberías conductoras		<u>0,26</u>
Línea de flujo de conducción al Vertimiento V6	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	<u>0,39</u>
Skimmer vertimiento 3 Proyectada		<u>0,01</u>
Skimmer vertimiento 4 Proyectada		<u>0,01</u>
Skimmer vertimiento 6 Proyectada		<u>0,01</u>
Skimmer vertimiento 6 Proyectada Opción B		<u>0,01</u>
Tuberías conductoras		<u>0,62</u>
Borde vías a construir para acceso a zodme 1	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	<u>0,4</u>
Borde vías a construir para acceso a zodme 2		<u>0,33</u>

<u>INFRAESTRUCTURA</u>	<u>ECOSISTEMA</u>	<u>AREA (ha)</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>		<u>0,04</u>
<u>Skimmer vertimiento 5 Proyectada</u>		<u>0,01</u>
<u>Tuberías conductoras</u>		<u>0,1</u>
<u>Zodme 1</u>		<u>1,75</u>
<u>Zodme 2</u>		<u>4,83</u>
<u>Zodme 3</u>		<u>1,04</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>		<u>1,34</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>		<u>0</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>	<u>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>0,17</u>
<u>Tuberías conductoras</u>		<u>0,76</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>		<u>0,03</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 1</u>		<u>0,05</u>
<u>Borde vías a construir para acceso a zodme 2</u>		<u>0,23</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>		<u>1,72</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>	<u>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>22,35</u>
<u>Tuberías conductoras</u>		<u>2,43</u>
<u>Zodme 1</u>		<u>2,46</u>
<u>Zodme 2</u>		<u>0,19</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>		<u>11,64</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>	<u>Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>0,04</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>		<u>0,09</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>	<u>Herbazal denso inundable no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>0</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>	<u>Palmares del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>0,04</u>
<u>Borde vías a construir para el proyecto de vertimiento al suelo</u>		<u>0,02</u>
<u>Línea Tubería Principal</u>	<u>Tierras desnudas y degradadas del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>1,37</u>
<u>Tuberías conductoras</u>		<u>1,32</u>
<u>Zonas Aptas para vertimiento</u>		<u>5,4</u>
<u>Skimmer vertimiento 1 Proyectada</u>	<u>Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</u>	<u>0,01</u>
<u>Zodme 1</u>		<u>0,8</u>
	<b>Total</b>	<b><u>62,85</u></b>

### 0.13.1 Cálculo del área máxima de afectación de los Ecosistemas susceptibles de afectación

El cálculo de las áreas de ecosistemas de posible afectación se realizó a partir del análisis de tres insumos: i) el mapa de ecosistemas terrestres elaborado dentro del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto (escala 202



1:10.000), ii) los ecosistemas naturales identificados iii) el cruce de esta información con el área probable de intervención, lo que resulta en el área de impacto sobre los ecosistemas. En la Tabla 0-112 se presentan los ecosistemas identificados para el área de influencia del proyecto.

**Tabla 0-112 Áreas estimadas a intervenir en ecosistemas naturales, seminaturales y transformados**

<u>TIPO DE ECOSISTEMA</u>	<u>ECOSISTEMA</u>	<u>AREA (ha)</u>
<b><u>NATURAL</u></b>	<i>Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,56</u>
	<i>Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>1,05</u>
	<i>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,96</u>
	<i>Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,13</u>
	<i>Palmares del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,04</u>
<b><u>NATURAL</u></b>	<i>Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,28</u>
	<i>Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>9,84</u>
	<i>Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>41,07</u>
	<i>Herbazal denso inundable no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,0001</u>
<b><u>TRANSFORMADO</u></b>	<i>Tierras desnudas y degradadas del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>8,11</u>
<b><u>SEMINATURAL</u></b>	<i>Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía</i>	<u>0,81</u>
	<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>63</u></b>

\*El registro fotográfico de los ecosistemas intervenidos en el proyecto se presenta en el Anexo 13 Compensaciones e inversión del 1%, numeral B-3.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. by WSP., 2019.

## 0.14 ¿CUANTO COMPENSAR?

### 0.14.1 Factores de compensación

El cálculo del área a compensar se realizó a través de la asignación de factores de compensación del componente biótico definidos por la actualización realizada al manual de compensación bajo la resolución 0256 del 2018 y sus anexos.

Inicialmente se determinaron cuales ecosistemas naturales serían afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto, posteriormente se realizó la homologación de los ecosistemas identificados con respecto a los presentados la actualización realizada al Manual de compensación en 2018. (Ver Tabla 0-113)



**Tabla 0-113 Ecosistemas naturales y factores de compensación**

TIPO DE ECOSISTEMA	ECOSISTEMA	Ecosistema Homologado a Bioma Unidad Biótica según Manual 2018	Factor de compensación
NATURAL	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	Helobioma Altillanura	5,5
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,5
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,5
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,5
	Palmares del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,5
NATURAL	Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	Peinobioma Altillanura	5,25
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,25
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,25
	Herbazal denso inundable no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía		5,25
TRANSFORMADO	Tierras desnudas y degradadas del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía		1
SEMINATURAL	Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía		2,63

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. by WSP., 2019. Los factores fueron tomados del Anexo 2. Listado Factores de Compensación del Manual 2018.

En la Tabla 0-114 se presentan los resultados del cálculo de los factores de compensación para cada ecosistema natural y seminatural susceptible de intervención en el desarrollo del proyecto, así como el área total a compensar resultado del procedimiento.

**Tabla 0-114 Área a compensar para cada ecosistema natural según la Resolución 0256 de 2018**

TIPO DE ECOSISTEMA	ECOSISTEMA	AREA (ha)	Factor de compensación	Área a compensar (ha)
NATURAL	Bosque de galería y/o ripario del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,56	5,5	3,08
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	1,05	5,5	5,775
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,96	5,5	5,28

TIPO DE ECOSISTEMA	ECOSISTEMA	AREA (ha)	Factor de compensación	Área a compensar (ha)
	Herbazal denso inundable no arbolado del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,13	5,5	0,715
	Palmares del Helobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,04	5,5	0,22
<b>NATURAL</b>	Bosque de galería y/o ripario del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,28	5,25	1,47
	Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	9,84	5,25	51,66
	Herbazal denso de tierra firme no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	41,07	5,25	215,6175
	Herbazal denso inundable no arbolado del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,0001	5,25	0,000525
<b>SEMINATURAL</b>	Vegetación secundaria baja del Peinobioma de la Amazonía - Orinoquía	0,81	2,63	2,1303
<b>TOTAL</b>		<b>54,74</b>		<b>285,95</b>

\*Por tratarse de una cobertura seminatural el factor de compensación baja a la mitad

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018).

## 0.15 ¿DONDE COMPENSAR?

### 0.15.1 ÁREAS ECOLÓGICAMENTE EQUIVALENTES

#### 0.15.2 Localización

La compensación del proyecto Modificación de la Licencia Ambiental del Campo Rubiales, se localiza en la microcuenca del Caño Rubiales, que hace parte de la Cuenca del Río Tillavá, en la subzona hidrográfica del Alto Vichada (3301) y zona hidrográfica Vichada (33) (Tabla 0-115

La microcuenca del Caño Rubiales, se enmarca en el interior del Núcleo Tillavá, una de las áreas identificadas por Ecopetrol S.A. (2017) y considerada de interés estratégico ambiental en zonas de influencia de las actividades de la Empresa; en este caso, el Núcleo coincide en toda su extensión con la cuenca del río Tillavá.

**Tabla 0-115 Red hidrográfica áreas propuestas para compensación**

<b>ÁREA HIDROGRÁFICA A</b>	<b>ZONA HIDROGRÁFICA A</b>	<b>SUBZONAS HIDROGRÁFICA S</b>	<b>NIVEL SUBSIGUIENTE</b>	<b>CUENCAS Y MICROCUENCAS</b>
<u>Orinoquía (3)</u>	<u>Vichada (33)</u>	<u>Alto Vichada (3301)</u>	<u>Río Tillavá (3301-01)</u>	<u>Caño Rubiales (3301-01-08)</u>

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A by WSP, 2018)



**ConCol**  
by WSP

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL  
DEL CAMPO RUBIALES



RESUMEN EJECUTIVO

## 0.16 ¿CÓMO COMPENSAR?

### 0.16.1 ACCIONES DE COMPENSACIÓN

Las acciones de compensación del componente biótico se establecen de acuerdo con la zonificación ambiental establecida en el POMCA del Río Tillavá (CORMACARENA 2019) y en armonía con las líneas de inversión definidas por Ecopetrol y su Plan de Compensación del Campo Rubiales. Así, las acciones de compensación propuestas procuran garantizar la conservación del paisaje seminatural Caño Rubiales con la implementación de acciones de **restauración ecológica en bosques de galería y herbazal y conservación de especies de nativas de interés local.**

El presente consenso, es resultado de un análisis de correlación entre las acciones de compensación establecidas en el manual, con respecto a las acciones de conservación previstas por las instancias nacional y regional. Estas acciones que comprenden el proceso de análisis de la matriz, donde se estableció a través del otorgamiento de una calificación de 0 a 3 con su respectivo color de identificación, donde 0 (color blanco), implicó baja o nula correspondencia entre las opciones de inversión y las apuestas del desarrollo regional o local; 2 (color amarillo), asignado para aquellas interacciones que requerían un ajuste o reinterpretación de la correspondencia y 3 (color verde), en aquellos casos que la correspondencia era directamente congruente entre las líneas de inversión de la Compensación, con las metas de gestión o de ordenamiento establecidas por los instrumentos nacionales, regionales y locales consultados los puntajes ponderados más altos, son las líneas objeto de concertación con la Autoridad Ambiental y que son presentadas más adelante en el documento.